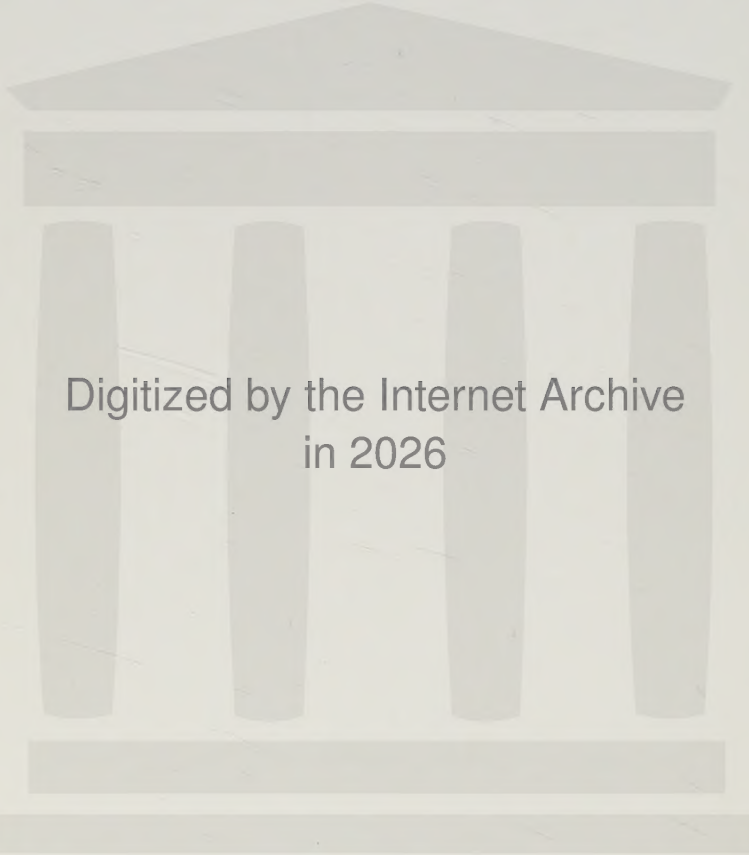


**INFEKTION NACH OSTEOSYNTHESEN
INZIDENZ UND RISIKOFAKTOREN**

**Eine retrospektive Fall-Kontroll-Studie
an 792 Osteosynthesen von Femur und Tibia**

MANFRED WILDNER



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554822_0042

Aus der
Chirurgischen Klinik Innenstadt
der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. L. Schweiberer

Infektion nach Osteosynthesen - Inzidenz und Risikofaktoren.

Eine retrospektive Fall-Kontroll-Studie
an 792 Osteosynthesen von Femur und Tibia

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt
von
Manfred Wildner
aus Wolfratshausen

1986

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. F. Eitel
Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. L. Schweiberer
Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tage der mündlichen Prüfung: 29.01.1987

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
 - 1.1. Indikation zur Osteosynthese
 - 1.2. Osteosynthesekomplikation "Infektion"
 - 1.3. Untersuchungsziele
2. Material und Methodik
 - 2.1. Definitionen
 - 2.1.1. Krankenhausinfektion
 - 2.1.2. Wundinfektion
 - 2.1.2.1. Wundinfektion nach allgemeinchirurgischen Eingriffen
 - 2.1.2.2. Wundinfektion nach Osteosynthesen
 - 2.1.2.3. Diagnose der Wundinfektion
 - 2.2. Pathogenese der Wundinfektion
 - 2.2.1. Erreger
 - 2.2.2. Resistenzlage des Patienten
 - 2.2.3. Lokale Einflüsse
 - 2.2.4. Besonderheiten der Knocheninfektion
 - 2.3. Erhebungsmerkmale
 - 2.3.1. Erreger
 - 2.3.2. Resistenzlage des Patienten
 - 2.3.3. Lokale Einflüsse
 - 2.4. Erhebungsbogen
 - 2.5. Krankenblatt
 - 2.6. Patientengut
 - 2.7. Datenverarbeitung

2.7.1. Hilfsmittel

2.7.2. Analyse

3. Ergebnisse

3.1. Infektionsraten

3.2. Allgemeine Aspekte

3.3. Therapeutische Aspekte

3.4. Diagnostische Kriterien

3.5. Einflußgrößen

3.5.1. Erreger

3.5.2. Resistenzlage des Patienten

3.5.3. Lokale Einflüsse

3.5.3.1. Präoperative Faktoren

3.5.3.2. Intraoperative Faktoren

3.5.3.3. Postoperative Faktoren

3.6. Zusammenfassende Darstellung

3.7. Unklare Fälle

3.8. Historische Kontrolle

3.8.1. Osteitisrate allgemein

3.8.2. Osteitisrate und Lokalisation

3.8.3. Osteitisrate und Methode

4. Diskussion

4.1. Methodenkritik

4.1.1. Studiendesign

4.1.2. Statistische Methoden

4.1.3. Repräsentanz

4.2. Kritische Würdigung der Ergebnisse

4.2.1. Infektionsraten

4.2.2. Einflußgrößen

4.2.2.1. Resistenzlage des Patienten

4.2.2.2. Lokale Einflüsse

4.2.2.3. Erregerspektrum

4.3. Schlußfolgerungen

5. Zusammenfassung

6. Literaturangaben

7. Anhang

8. Lebenslauf

9. Danksagung

1. Einleitung

1.1. Indikation zur Osteosynthese

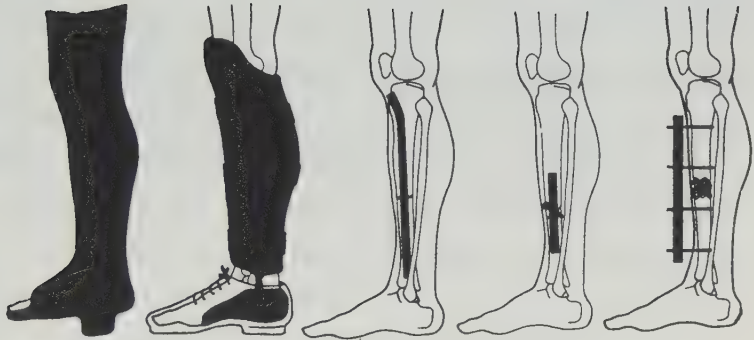
In einer ersten Annäherung lassen sich bei der Therapie eines Knochenbruches operative und konservative Methoden unterscheiden. Beide Wege der Frakturbehandlung haben Vorteile, die eine Entscheidung zwischen ihnen bisweilen sehr schwer machen. Ist die Indikation zur operativen Versorgung beim alten Menschen mit proximaler Femurfraktur unumstritten, so sind beispielsweise bei der Tibiaschaftfraktur die Lager getrennt. Was hier "primäre Knochenbruchheilung bei absoluter Ruhigstellung" heißt (AO), nennt man dort "Heilung trotz Fixierung" (Sarmiento, Latta/44); was für den einen der "natürliche Heilungsablauf" ist (Apley, Solomon/3), nennt der andere "Reizkallus". Unbestrittene Vorteile der Osteosynthese sind die anatomisch exakte Reposition, die unmittelbare Stabilität und die frühzeitige Mobilisierung des Patienten - ihre Schicksalsfrage aber ist die postoperative Wundinfektion (Allgöwer/1).

1.2. Osteosynthesekomplikation "Infektion"

So steht die Infektionsrate im Mittelpunkt der Diskussion. Jedoch fehlt eine einheitliche Definition des Begriffes "Infektion" nach Osteosynthesen, somit werden Infektionsraten schwer durchschaubare und kaum vergleichbare Daten. Burri (1979/9) gibt bei einer Zusammenstellung von Infektionshäufigkeiten bei den Osteosynthesen geschlossener Frakturen und orthopädischer Eingriffe Raten zwischen 0.18% und 7.5% an (1970 und jünger).

1.3. Untersuchungsziele

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist: 1. Die Infektionshäufigkeit nach Osteosynthese an den langen Röhrenknochen der unteren Extremität - an der Chirurgischen Universitätsklinik Innenstadt, München - für den Zeitraum 1979 - 1983 festzustellen. 2. Von pathogenetischen Überlegungen ausgehend, sollen mögliche Einflußgrößen als Risikofaktoren identifiziert und gewichtet werden.



Oberschenkelgips

Nagelung

Fixateur externe

Sarmientogips

Verplattung

Abbildung 1

Zusammenfassende Darstellung aktueller Behandlungsverfahren bei Frakturen des Unterschenkels (n. Tscherne/24).

Nicht dargestellt: Verriegelungsnagel bei Fraktur am distalen Drittelpunkt der Tibia.

2. Material und Methodik

2.1. Definitionen

2.1.1. Krankenhausinfektion

Die Begriffe "Krankenhausinfektion" und "nosokomiale Infektion" (Bundesgesundheitsamt 1976, zitiert n. 4) sowie "krankenhauserworbene Infektion" (Daschner 1980/12) werden mit gleichem Sinngehalt verwendet. Das Bundesgesundheitsamt (zit. n. 4) definiert eine Krankenhausinfektion als jede durch Mikroorganismen hervorgerufene Infektion, die in kausalem Zusammenhang mit einem Krankenhausaufenthalt steht, unabhängig davon, ob Krankheitssymptome bestehen oder nicht.

Daschner (1980/12) bezeichnet das Vorhandensein von Erregern in Körpergeweben oder Flüssigkeiten nur mit lokalen oder allgemeinen Symptomen als Infektion; ohne diese Symptome als Kolonisation. Im selben Sinn definieren auch Botzenhart und Exner (1983/4). Die Definition von Daschner erscheint sinnvoll und soll für die vorliegende Arbeit gelten.

Die Infektion nach Osteosynthese von offenen Frakturen kann wegen des kausalen Zusammenhangs nicht zu den Krankenhausinfektionen gezählt werden.

2.1.2. Wundinfektion

2.1.2.1. Wundinfektion nach allgemein chirurgischen Eingriffen

Die Wundinfektion macht etwa ein Viertel aller im Krankenhaus erworbenen Infektionen aus (Daschner 1980/12).

Wegen der sehr unterschiedlichen Wundarten sollte eine Wundinfektionsrate differenziert angegeben werden. Cruse (1977/11), der eine prospektive Studie an 47917 Wunden unternahm, unterscheidet 4 Gruppen von Wunden:

Klassifikation	Infektionsrate
1. rein	1.7%
2. rein-kontaminiert	8.8%
3. kontaminiert	17.5%
4. unrein und infiziert	41.6%

Tabelle 1

Infektionsrate nach Kontaminationsgrad.

Folgende Definition lag zugrunde:

rein: Gastrointestinal- oder Respirationstrakt nicht eröffnet,
keine offensichtliche Entzündung,
Asepsis nicht durchbrochen.
Sonderfälle: Appendektomie "en passant" und Hysterektomie

rein-kontaminiert: Gastrointestinal- oder Respirationstrakt eröffnet,
keine bedeutsame Verunreinigung der Wunde.

kontaminiert: akute Entzündung ohne Eiterbildung im OP-Gebiet
oder größere Verunreinigung aus einem Hohlorgan,
frische traumatische Wunden
oder größerer Bruch der Asepsis.

unrein-infiziert: Eiter oder ein perforiertes Hohlorgan im OP-Gebiet,
"alte" traumatische Wunden.

2.1.2.2. Wundinfektion nach Osteosynthesen

Die beste Grundlage für einen Vergleich von Wundinfektionsraten ist die Infektionshäufigkeit nach aseptischen Eingriffen - als solcher stellt sich die Osteosynthese häufig dar.

Daschner (1980/12) bezeichnet eine Infektionsrate von 1 - 2% bei aseptischen Eingriffen als gut; Allgöwer (1971/1) nennt eine Infektionsrate geschlossener Frakturen von 1% akzeptabel, von 3% beunruhigend. Probst (1977/41) rechnet 420 sekundär in 8 Berufsgenossenschaftskliniken behandelte Osteomyelitis-Patienten eines Jahrganges gegen etwa 12000 gemeldete Verletzungen auf und schätzt allein die Osteitisrate nach Osteosynthese auf 3.5 - 7% (Die Begriffe Osteomyelitis und Osteitis werden sinngleich verwendet).

Bei dieser klaren Diskrepanz der veröffentlichten Infektionsraten muß neben einer objektiven und vollständigen Dokumentation dringend eine geeignete und einheitliche Definition des Begriffes "Infektion nach Osteosynthese" gefordert werden.

2.1.2.3. Diagnose der Wundinfektion

Im deutschen Sprachraum existieren keine einheitlichen Kriterien für die Diagnose "Wundinfektion". Prinzipiell beruht sie auf klinischen und mikrobiologischen Informationen. Die rein mikrobiologische Diagnose ohne klinischen Bezug ist wegen der falsch-negativen und falsch-positiven Resultate wenig sinnvoll.

Im anglo-amerikanischen Bereich werden weitgehend die auf klinischer Beobachtung basierenden Kriterien des NRC von 1964 verwendet (Ultraviolet study of the National Research Council, Ann. of Surg. (Suppl.) 160: 1-192, 1964). Sie werden übersetzt wie folgt wiedergegeben:

1. keine Infektion: Heilung p.p., keine Absonderung
2. Wundinfektion: Absonderung von Eiter
3. mögliche Infektion: a) Entzündung, aber kein Eiter oder
b) seröse Absonderung und positive Kultur

Auch Daschner (1980/12) bezeichnet jede postoperativ eiternde Wunde unabhängig vom Kulturergebnis als infiziert. In den Veröffentlichungen von Allgöwer (1971/1), Rojczyk (1983/42), Schüz (1983/46) und Schwarz (1981/76) wird ebenfalls der klinische Aspekt bei der Diagnosestellung betont.

Lob und Burri (1982/33) verlangen den bakteriologischen Erregernachweis und unterteilen in Verdachtsfälle und gesicherte Infektionsfälle.

Speziell bei Infektionen nach Osteosynthesen wird eine Unterteilung der Infektionen nach Schweregrad notwendig. Allgöwer (1) trennt klinisch relativ blande und massive Infektionen, Rojczyk (42) Weichteilinfektionen

und ossäre Infektionen, Schüz (46) schließlich leichte Wundheilungsstörungen und schwere Infektionen mit fraglicher oder sicherer Osteitis.

So läßt sich festhalten, daß eine Wundinfektion im wesentlichen vom klinischen Aspekt her diagnostiziert wird - der mikrobiologische Befund wirkt unterstützend und ergänzend. Möglicherweise infizierte Fälle sollten gesondert betrachtet werden.

Außerdem muß der Begriff "Infektion" gerade nach Osteosynthese weiter differenziert werden: fällt doch eine oberflächliche Wundinfektion ohne nennenswerte Beeinträchtigung der Prognose genauso darunter wie die posttraumatische Osteitis, die Allgöwer zu Recht als Katastrophe für den Patienten bezeichnet (1). Allein durch die Namensgebung stellt sie ja bereits eine abgegrenzte Einheit dar. Zusätzlich wird in der vorliegenden Arbeit die postoperative Infektion ohne Knochenbeteiligung noch in oberflächliche Wundinfektion und tiefe Weichteilinfektion unterschieden: prognostische und therapeutische Gesichtspunkte rechtfertigen dies.

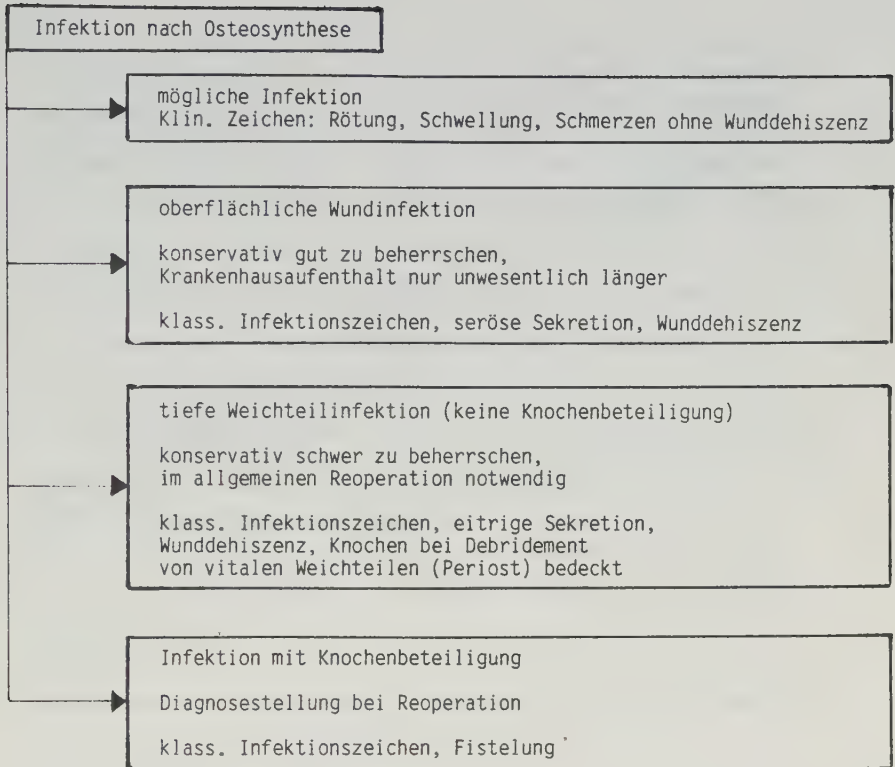


Abbildung 2

Klassifizierung der Infektion nach Osteosynthese

Klinische Kriterien für die Diagnose der Infektion nach Osteosynthese wurden in Übereinstimmung mit Allgöwer (1), Altemeier (2), Friedrich (22), Burri (8,9), Willenegger (56), Poigenfürst (39), Knapp (29) ausgewählt und sind in Abbildung 3 wiedergegeben.

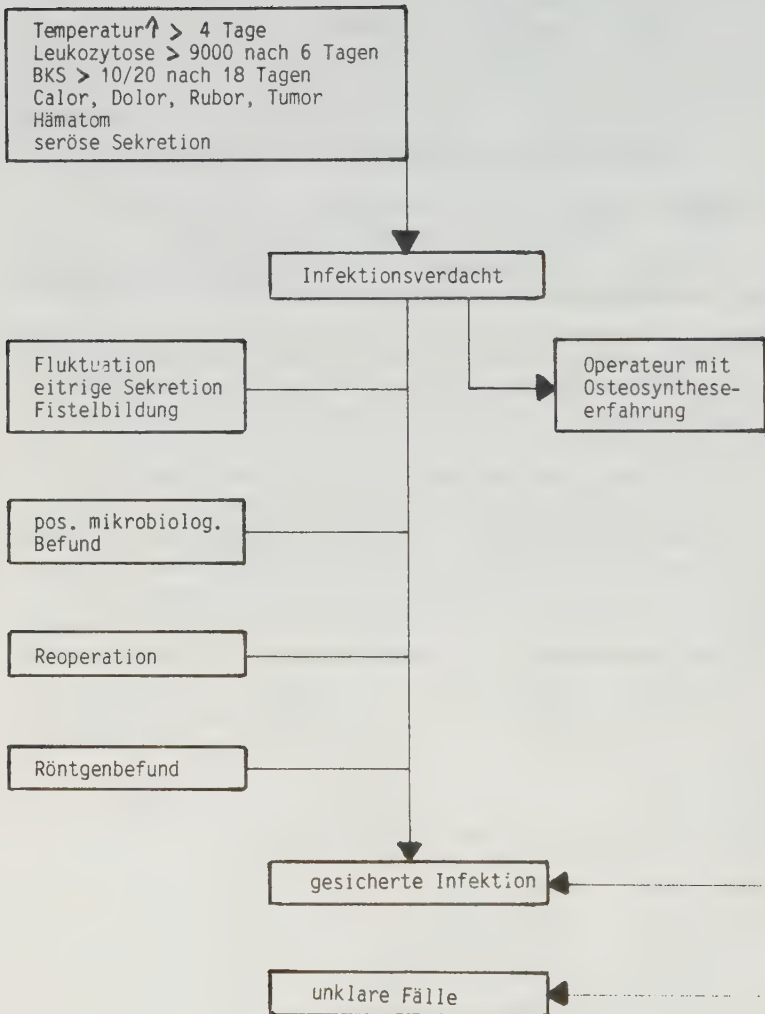


Abbildung 3 Kriterien zur Diagnose "Infektion"

2.2. Pathogenese der Wundinfektion

Die Wundinfektion entsteht aus einem Ungleichgewicht zwischen (potentiellen) Erregern und der Widerstandskraft des Patienten. Für die pathogenetisch orientierte Erfassung möglicher Einflußgrößen soll aber in drei Infektionsdeterminanten gegliedert werden (Meakins 1980/34):

1. Erreger,
2. systemische Abwehrmechanismen und
3. lokale Abwehr.

Nach Cruse (10) verlängert eine eingetretene Wundinfektion den Krankenhausaufenthalt um durchschnittlich 10 Tage!

2.2.1. Erreger

Bedeutung wird der Erregerart, der Virulenz und der Erregermenge beigemessen. Die Kenntnis der Erregerart ist von großer Bedeutung für die Einleitung einer antibiotischen Therapie. Von der Virulenz ist z.B. die Art der primären Wundbehandlung abhängig.

Die Bedeutung der Erregermenge wurde im klassischen Experiment von Elek und Conen (1957) eindrucksvoll dargelegt: bei der subkutanen Injektion von *Staphylokokkus aureus* lag die geringste eitererzeugende Menge beim gesunden Menschen bei ca. 5 Millionen Keimen. Allgemein wird für gesundes Gewebe eine Keimzahl von 10^5 pro g Gewebe als untere Grenze für das Angehen einer Wundinfektion angesehen (45). Daraus erklärt sich auch die Einschätzung, daß bei über 90% der Infektionen der Infektionsweg über direkten Kontakt geht (Schmitt/45, Schweiberer/48). Ein Tropfen aus Nase oder Mund enthält 0.5×10^5 Bakterien.

2.2.2. Resistenzlage des Patienten

Die Wundinfektion ist in hohem Maße ein individuelles Problem. Auf der Seite des Patienten wurden bereits eine Reihe Einflußfaktoren identifiziert. Cruse (1977/10,11) nennt nach einer Studie mit 47917 Wunden: Diabetes, Adipositas, Unterernährung, Kortikosteroidtherapie und das Lebensalter. Schmitt (1981/45), der sich u.a. auf die Analyse von Davidson (1971) an 1000 Patienten stützt, fügt Hochdruck, ein vermindertes Blutvolumen oder Schock, Dysproteinämien, Pharmaka wie Zytostatika, Immunsuppressiva oder Antikoagulantien hinzu; Schweiberer (1977/48) noch den mehrfach verletzten Patienten. Gleiche Faktoren finden sich bei Meakins (1980/34).

2.2.3. Lokale Einflüsse

Die lokale Erregerresistenz ist zum Teil stark vom Allgemeinzustand abhängig. Als Elek und Conen (1957) die zur Abszeßerzeugung notwendige Bakterienmenge ermittelt hatten, änderten sie den Versuch ab. Deutlich geringer war die notwendige Keimzahl, wenn man zusätzlich einen Faden ins Gewebe einbrachte oder diesen gar knotete (1000 bzw. 100 Keime). Zwei weitere Einflußgrößen werden deutlich: ein Fremdkörper und eine Gewebischämie.

Bei Cruse (1977/10,11) finden sich als lokale Faktoren Wunddrainagen, Dauer und Schwierigkeit der Operation, die Operationstechnik des Chirurgen, Diathermie, die Länge der präoperativen Hospitalisierung und der Operationszeitpunkt. Altemeier (1979/2) nennt Vorhandensein und Menge devitalisierten Gewebes in der Wunde, Fremdkörper, Art und Lokalisation der

Wunde, Serome, Hämatome oder Totraum, Art, Zeitpunkt, Dauer und Sorgfalt der Behandlung sowie eine bereits bestehende Infektion an anderer Stelle. Auch an postoperative Einflüsse muß gedacht werden. Während bei Davidson (1971/Brit. Journal Surg. 58, Zit. n. 45) noch die Größe des Krankensaales die Infektionsrate zu beeinflussen schien, sind für Cruse (10,11) postoperative Einflüsse vernachlässigbare Größen. Nach Schmitt (45) ist allerdings eine Keiminvasion entlang des Nahtmaterials in die Tiefe noch 72 Std. nach der Operation möglich.

Das erhöhte Infektionsrisiko bei einem eingebrachten Fremdkörper erklären Eibl und Passl (1982/15) mit drei Mechanismen:

1. Adsorption von Mikroorganismen und deren Stoffwechselprodukten
2. Adsorption von aktivierten Plasmakomponenten
3. Anlagerung von Zellen mit Rezeptoren für solche Komponenten

Die meisten der genannten Einflüsse sind selbst wieder von anderen Größen bestimmt, eine Schlüsselposition scheint der (gestörten) lokalen Durchblutung zuzukommen.

Abbildung 4 gibt eine geordnete Zusammenfassung der Einflußgrößen zur postoperativen Wundinfektion.

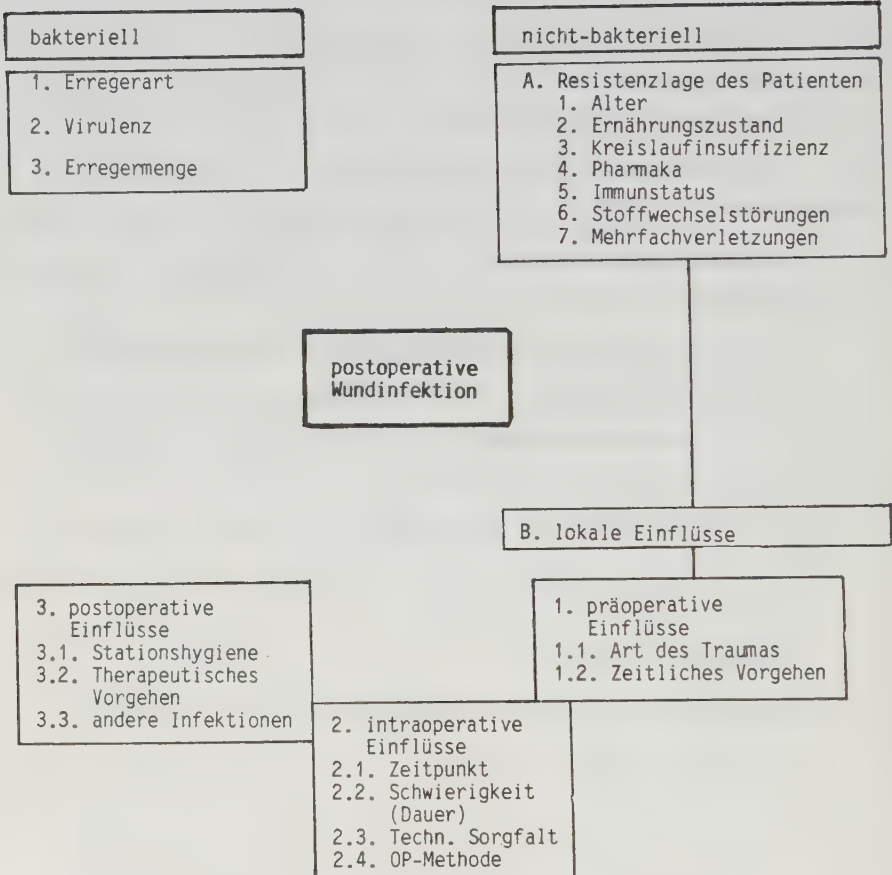


Abbildung 4

Einflußgrößen zur postoperativen Wundinfektion.

2.2.4. Besonderheiten der Knocheninfektion

Die posttraumatische Osteitis - speziell in ihrer chronischen Form, stellt den eigentlichen "Katastrophenfall" (Allgöwer 1971/1) einer Infektion nach Osteosynthese dar.

Spül-Saug-Drainage, Debridement, Schwenklappen und freie

Lappentransplantate sind als Methoden der Infektbekämpfung anerkannt.

10 - 30% der Osteitisfälle sollen nach Lob in die chronische Form übergehen (1980/32); Burri will den Begriff "Heilung" bei der Osteitis nicht verwendet wissen (1979/9).

Nach Friedrich (1975/22), Eitel (1981/16, 1982/18), Eitel und Schweiberer (1982/17) und Hildebrandt (1979/27) sind als Voraussetzung für die Infektsanierung biomechanische Stabilität und eine intakte lokale Durchblutung operativ sicherzustellen.

Marknagelung:

Zerstörung der Haupternährungsgefäße, implantatbedingter
Innenschichtsschaden am Knochenrohr

Plattenosteosynthese:

für Revaskularisierung vernachlässigbare Schädigung

Fixateur externe:

bei Montage die schonendste Methode, allerdings Gefahr der Lockerung und
nachfolgender Schädigung

Tabelle 2 Osteosyntheseverfahren und Vaskularisationsstörung
nach Eitel (1982/18)

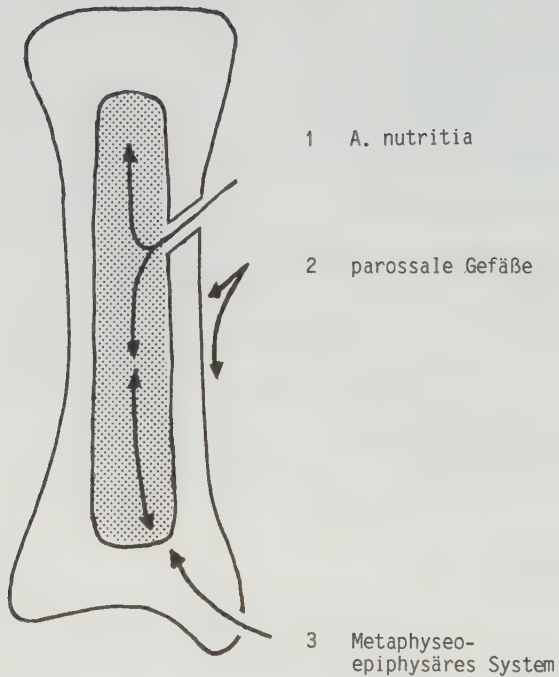


Abbildung 5

Vaskularisierung des Röhrenknochens
nach Eitel (1982/18)

2.3. Erhebungsmerkmale

Die Untersuchung erfolgte unter Verwendung der Krankenblätter als retrospektive Fall-Kontrollstudie, folgende Kriterien der Wundinfektion wurden dafür ausgewählt.

2.3.1. Erreger

Die Erregerart wurde nach den Ergebnissen durchgeführter Abstriche bestimmt, zwischen primärer und sekundärer Besiedlung wurde unterschieden. Virulenz und Erregermenge waren nur indirekt beurteilbar (offene/geschlossene Frakturen, primäre/sekundäre Wundversorgung).

2.3.2. Resistenzlage des Patienten

Das Lebensalter konnte nach Jahren festgehalten werden, der Ernährungszustand wurde aus Körpergewicht und Körpergröße beurteilt (Broca-Index). Ein Toleranzbereich von 15% wurde nach oben und unten gegeben, bevor ein Über- oder Untergewicht vermerkt wurde.

Herz-Kreislauf-System: Dazu wurde nach entsprechenden Vorerkrankungen gesehen, nach Hyper- oder Hypotonus, nach einer Voroperation an der betroffenen Extremität oder anderen Zeichen einer gestörten Extremitätendurchblutung - auch nach einem Tabakkonsum, der 10 Zigaretten pro Tag überstieg (hauptsächliche Quelle: Fragebogen zur Anästhesie).

Hb und Hämatokrit wurde perioperativ betrachtet (1Tag vor und nach der Operation): ein Hämoglobingehalt $< 10 \text{ mg\%}$ oder ein Hämatokrit außerhalb 35 - 60% galt als auffällig. Bei den Elektrolyten sollte Natrium nicht unter 130 mval/l liegen, Kalium nicht unter 3.5 mval/l und Kalzium nicht unter 4.5 mval/l . Das Gesamteiweiß sollte zwischen 6 und $8 \text{ mg\%}$ liegen. Bei einem Quickwert $< 60\%$ oder einer partiellen Thromboplastinzeit (PTT) über 50 Sekunden wurde eine Störung des Gerinnungssystems vermerkt.

Es wurde auch darauf geachtet, ob intraoperativ eine Transfusion (Vollblut oder Ery-Konzentrat) gegeben werden mußte.

Auf bestimmte Pharmaka, ein diagnostiziertes Malignom und pathologische Frakturen wurde zwar geachtet, was aber nur ungenügende Ergebnisse erbrachte, wie sich später herausstellte. Gleiches galt für die Stoffwechselstörungen, wobei Diabetes mellitus und Schilddrüsenfunktionsstörungen etwas häufiger vorkamen. Ein eingestandener Alkoholkonsum über 2 l Bier/die wurde notiert; ebenso Transaminasenwerte > 12 U/l und Kreatininwerte > 2 mg%. Für das Polytrauma galt die Definition: Verletzungen in verschiedenen Körperregionen, eine dieser Verletzungen ist lebensbedrohend.

2.3.3. Lokale Einflüsse

Bei den präoperativen Einflüssen wurde nach offenen und geschlossenen Frakturen unterteilt - eine weitere Einteilung nach Schweregraden war nur für die offenen Brüche möglich. Zur Frakturlokalisation bewährte sich eine Einteilung wie bei Zimmermann (1984/57) angegeben; Anregungen wurden auch den Dokumentationsblättern A, B und C der AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) entnommen.

Die präoperative Hospitalisierung und auch das Intervall vom Unfall bis zur definitiven Versorgung wurde festgehalten, dabei wurden eine 8h-Grenze besonders berücksichtigt (s. Breyer 1980/5, Schweiberer 1977/48, Tscherner 1983/53).

Unter die intraoperativen Einflüsse fiel der OP-Beginn (erhöhte Infektionshäufigkeit nachts bei Cruse (10,11) und Altemeier (2)), die Operationsdauer und der Weiterbildungsstatus der Operateure.

Sie werden drei Gruppen zugeteilt: Ärzte in Weiterbildung, Fachärzte und erfahrene Fachärzte bzw. Oberärzte. Außerdem wurde auf intraoperative Komplikationen geachtet, wenn sie im OP-Bericht erwähnt wurden.

Die Osteosynthesemethoden wurden unter Berücksichtigung von technischem Design und Funktion folgendermaßen eingeteilt:

1. Nagel (Marknagel, Verriegelungsnagel, Endernagel)
2. Kompressionsplatte (DC-Platte, Neutralisationsplatte mit interfragmentärer Zugschraube)
3. Abstützplatte (T-Platte, Neutralisationsplatte ohne interfragmentäre Kompression)
4. Winkelplatte (Winkelplatten, DHS, Pugh-Nagel)
5. Zugschraube allein
6. Zuggurtung
7. Fixateur externe
8. Endoprothese

Unter den postoperativen Einflüssen wurde auf die Liegedauer eines Drains geachtet, eine evtl. Reoperation sowie eine Infektion an anderer Stelle. Mit besonderer Aufmerksamkeit wurden Informationen zum Zustand der Wunde gesammelt, auch auf eine Antibiotikatherapie wurde geachtet. Schließlich wurde notiert, ob der Patient zur Materialentfernung wiederkam.

2.4. Erhebungsbogen

Die genannten Merkmale wurden zu einem Erhebungsbogen zusammengestellt, wobei die Anordnung von der Gliederung des Krankenblattes bestimmt wurde. Der vollständige Bogen wurde wegen des damit verbundenen erheblichen Arbeitsaufwandes nicht für alle 792 Osteosynthesen ausgefüllt. Für einen Teil der Patienten wurde eine verkürzte Fassung verwendet, die aus den Seiten 1, 3 und 4 der ursprünglichen Fassung bestand (s. Abschnitt "Patientengut").

Auswertungsbogen
zur Entstehung der posttraumatischen Osteitis

Aufnahmeblatt

1. Aufnahmedatum
2. Name
3. Geburtsdatum Alter

Anästhesie - Protokoll

4. OP-Datum präop. Hospitalisierung
5. OP-Beginn
6. OP-Dauer
7. Transfusion
8. Unfalltag
9. präop. Aufenthalt
- 0 - 8 h 8 - 24 h Tage

"26 Fragen zur Anästhesie"

10. Größe >15% Übergewicht
Gewicht >15% Untergewicht
11. Voroperation
12. bisherige Pharmaka
-
13. Cardio - respiratorische Erkrankung
14. Blutdruckregulationsstörung
o Hypertonie o Hypotonie
15. Extremitätendurchblutung herabgesetzt
16. Stoffwechselkrankheiten
-
17. Malignom
18. Tabakkonsum > 10 Zigaretten täglich
19. Alkoholkonsum erhöht

OP-Bericht

20. Operateur

21. Frakturbeurteilung

21.1. offene Fraktur

1. Grad	2. Grad	3. Grad
---------	---------	---------

21.2. geschlossene Fraktur

21.3. Lokalisation

21.3.1. rechts - links

21.3.2. oberes Sprunggelenk

1. Weber	A	B	C
2. medial	bimalleolär	trimalleolär	

21.3.3. Femur

1. Schenkelhals	
2. pertrochanter	subtrochanter
3. supracondylär	percondylär
4. restl. Femur	

21.3.4. Tibia/Fibula

1. Metaphyse prox.
2. Diaphyse
3. Metaphyse dist.
4. Sperrknochen

22. Polytrauma

23. Schock

24. pathologische Fraktur

25. Methode

1. Neutralisationsplatte
2. Abstützplatte
3. Kompressionsplatte
4. dynam. Hüftschraube
5. Endernagel
6. Marknagel
7. Verriegelungsnagel
8. prim. Fixateur externe
9. Zugschraube allein
10. Zuggurtung
11. Platte ohne Zugschraube
12. Distanzosteosynthese

26. Komplikationen intraop.

1. intraop. Weichteilschädigung
2. intraop. Implantatwechsel
3. iatrogene Nebenverletzung
4.

OP-Bericht 2

27. Materialentfernung

28. Reoperation

28.1. Datum Zeit seit 1. OP

28.2. Grund

1. Infektion/Entzündung
2. Instabilität
3. Fragmentnekrosebildung

28.3. Art der Reoperation

1. Debridement
2. Spül-Saug-Drainage
3. Fremdkörperentfernung
4. Methodenwechsel
5. Spongiosaplastik

Laborwerte

29. Vollblut

1. Hb

2. Htk

3. Leukozyten

4. BSG

30. Elektrolythaushalt

1. Natrium

2. Kalium

3. Calcium

31. Nierenfunktion

(Kreatinin > 2 mg%)

32. Eiweißhaushalt

1. Gesamteiweiß	☐ erhöht	☐ vermindert
2. Albumin	☐ erhöht	☐ vermindert
3. Gamma-Globuline	☐ erhöht	☐ vermindert

33. Leberfunktion

(Transaminasen > 12 U/l)

34. Blutgerinnung

1. Quick

2. PTT

35. Blutfette

Fieberkurve

36. Temperatur

37. Antibiotika

37.1. Therapiebeginn

vor Operation

nach Operation

37.2. Präparat

Einnahmedauer

1.

2.

3.

4.

5.

37.3. Therapiedauer

38. lokaler Befund

1. Calor - Rubor - Dolor - Tumor

2. Fistel - Abszess

3. Hämatom (Eröffnung)

4. Redon - Drain - Liegedauer

0 - 24 h

24 - 48 h

> 48 h

nicht bekannt

39. Nebenerkrankungen postoperativ

1. Lunge (Atelektase - Bronchopneumonie - Embolie)

2. Harnwegsinfektion

3. Sepsis

Mikrobiologischer Befund

40. Erregernachweis (Nebenerkrankung) Nr. (s.u.)

41. Erregernachweis lokal primär/sekundär

1. neg. Abstrich
2. Staphylokokkus aureus
3. Pseudomonas
4. Proteus
5. Colibakterien
6. Streptokokken
7.

43. Abschlußbeurteilung

1. oberflächliche Wundinfektion
2. tiefe Weichteilinfektion
3. Infektion mit Knochenbeteiligung

- Ambulanzkarte -

2.5. Krankenblatt

An 774 Patienten waren in den fünf Jahren zwischen 1979 und 1983 792 Osteosynthesen durchgeführt worden. Die Akten von 10 Patienten waren nicht verfügbar (1.3%). Die Datengewinnung wurde im November 1984 abgeschlossen. Die Krankenblätter waren in Bezug auf die Datensammlung nicht von gleichmäßiger Vollständigkeit, was an einer Serie von 50 Patienten des Jahres 1983 dokumentiert wurde (Es wurden 50 alphabetisch aufeinanderfolgende Krankenakten ausgewertet).

Mängelliste aus 50 Krankenblättern des Jahres 1983.

OP-Bericht

4 x fehlend

10 x ohne rechts/links-Angabe

Fieberkurve

2 x fehlend

25 x fehlte die Angabe "Redon ex"

4 von 5 Heilungsstörungen wurden nicht notiert

Abstriche wurden nicht eingetragen

Epikrise

3 x fehlend

14 x keine Angabe über eine primäre oder sekundäre
Osteosynthese ("noch am gleichen Tag")

3 x wurde eine Antibiotikagabe nicht erwähnt

2.6. Patientengut

Die Untersuchung wurde für Patienten durchgeführt, die an der Chirurgischen Universitätsklinik Innenstadt erstmalig eine Osteosynthese an den langen Röhrenknochen der unteren Extremität erhielten. Sie beginnt mit dem Jahr 1979.

Der Erhebungsbogen wurde in der vollständigen Form nur für Patienten mit Wundinfektionen, für unklare Fälle und für eine zufällig ausgewählte Kontrolle ausgefüllt.

Um infektionstypische Parameter vergleichen zu können, wurden allerdings Patienten mit Infektionen anderer Lokalisation von der Kontrollgruppe ausgeschlossen. Dieses Ausschlußkriterium wurde dann bei der vergleichenden Analyse auch für die Patienten mit Wundinfektion angewendet.

Von 35 Patienten, bei denen die Frage nach einer Wundinfektion nicht sicher beantwortet werden konnte, wurde die Ambulanzkarte eingesehen.

War auch dadurch keine Klärung erzielt, wurde an den Patienten ein Fragebogen verschickt. So entstanden 4 Patientengruppen:

- 1. Patienten ohne Wundinfektion (G) - 561 x
- 2. Patienten ohne Wundinfektion, für die der vollständige Bogen ausgefüllt wurde (K) - 98 x
- 3. Patienten mit Wundinfektion (I) - 98 x
- 4. unklare Fälle (U) - 35 x

Der Fragebogen wird im Folgenden wiedergegeben.

Sehr geehrte(r)

im Jahre 19... wurden Sie in unserer Klinik wegen eines Knochenbruches am
..... Bein operiert. Wie geht es Ihnen jetzt? Wir würden gerne
wissen, ob wir noch etwas für Sie tun können. Dazu hätten wir gerne auch
über den jetzigen Zustand des Beines Auskunft erhalten.

Dürfen wir Sie daher bitten, beiliegenden Fragebogen auszufüllen?

Sollten dabei Unklarheiten auftreten, wir Ihnen Ihr Hausarzt sicher gerne
beihilflich sein.

Wenn wir anhand des Fragebogens sehen, daß am betroffenen Bein etwas noch
nicht in Ordnung ist, werden wir Sie nochmals anschreiben. Füllen Sie bitte
den Fragebogen vollständig aus. Rückporto liegt bei. Antworten Sie bitte
unbedingt auch dann, wenn alles in Ordnung ist.

Mit freundlichen Grüßen

Anlage: 1 Fragebogen

1 Briefumschlag (freigemacht)

Datum:

NAME und ADRESSE des PATIENTEN:

.....
.....

1. Trat nach dem Eingriff eine Heilungsstörung im Operationsgebiet auf?
Falls ja:
a) - eine schlecht heilende Wunde? ja/nein
(Wunde 14 Tage nach Operation
nicht geschlossen)
b) - eine Wundfistel mit nässender Wunde? ja/nein
c) - eine erkannte Knocheninfektion? ja/nein
2. Falls eine Heilungsstörung eintrat:
a) Wie lange nach der Operation?
b) Was wurde Ihnen darüber vom Arzt gesagt?
.....
.....
c) Ist die Heilung inzwischen erfolgt?
3. Waren Sie wegen Ihres Beinbruches seither erneut in einem Krankenhaus?
a) Wann?
b) Wo?
c) Weshalb?
4. Wieviel Wochen nach dem Unfall haben Sie die Arbeit wieder aufgenommen?
.....
5. Falls Sie nicht beschäftigt waren, wann waren Sie wieder voll
einsatzfähig?
6. Zusätzliche Bemerkungen:

Vielen Dank!

Bitte im beigelegten Freiumschlag zurücksenden.

2.7. Datenverarbeitung

2.7.1. Hilfsmittel

Die Dateneingabe erfolgte an einem Personalcomputer (Olivetti M 24 PC) mit Festplatte. Dabei wurde das Datenbanksystem d Base III von Ashton verwendet, mit dem gute Erfahrungen gemacht wurden.

Abbildung 6 zeigt, wie die statistischen Tests eingesetzt wurden.

Testung von Häufigkeiten

wünschenswerte

Stichprobenumfänge > 30 , sonst ...

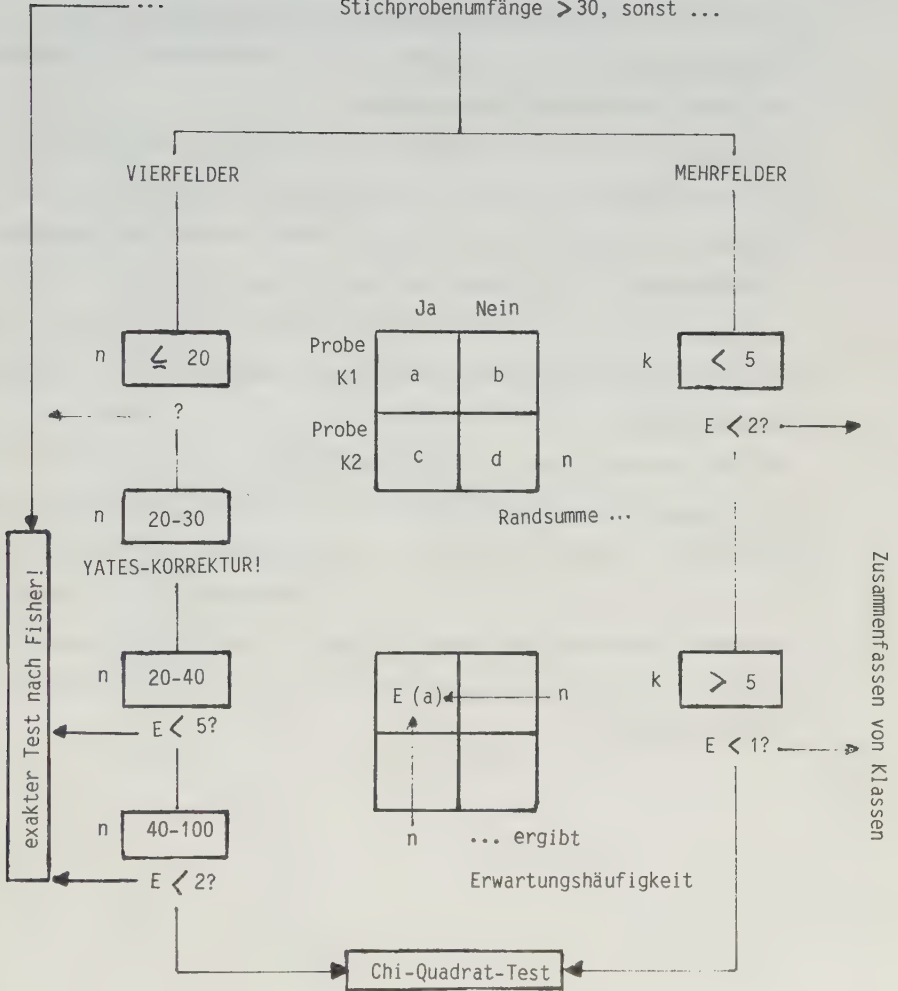


Abbildung 6

Flußdiagramm zur Testung von Häufigkeiten.

2.7.2. Die Analyse

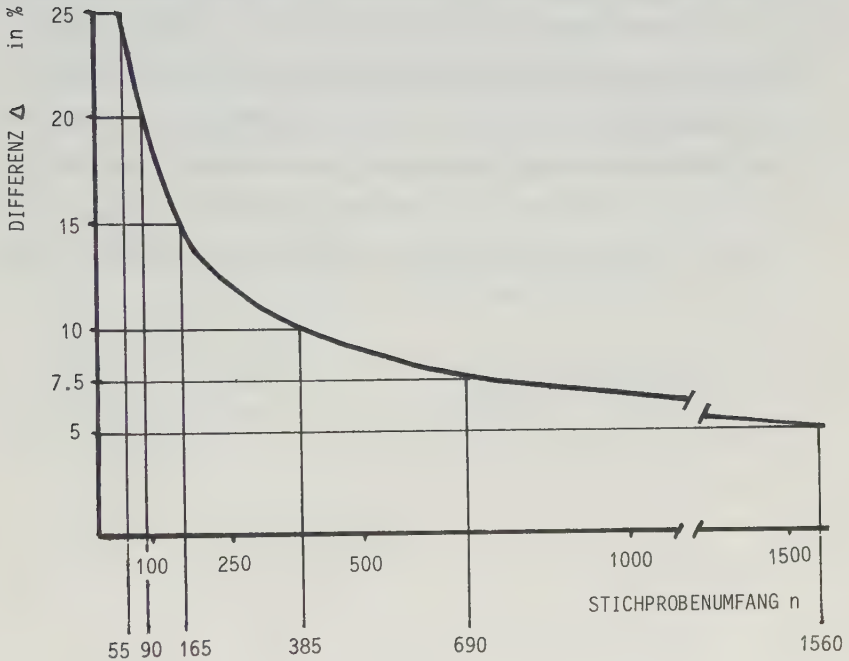
Für die Computereingabe wurde die gesammelte Information auf binomiale (Ja/Nein) oder ordinale (Klassenbildung) Aussagen reduziert. Der Erhebungsbogen war bereits dahingehend strukturiert worden. Die Ergebnisse waren daher Prozentzahlen (Häufigkeiten).

Die Ergebnisse der Infektionsgruppe konnten dann gegen eine geeignete Kontrolle auf Unterschiedlichkeit getestet werden. Werkzeuge dafür waren der Chi-Quadrat-Test und der exakte Test nach Fisher für kleine Probenumfänge. Als signifikant galt ein Unterschied, wenn die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Entstehung unter 5% lag (Typ-I-Fehler oder α). Neben dem Risiko, einen Unterschied zu erfinden, muß auch an die Möglichkeit gedacht werden, ihn zu übersehen (Typ-II-Fehler oder β).

Dies kann geschehen, wenn der Unterschied recht klein ist - hier stellt sich die Frage nach der praktischen Relevanz. Aber auch ein deutlicher Unterschied kann einem zu kleinen Probenumfang bei der Untersuchung zum Opfer fallen. Abbildung 7 gibt die wünschenswerten Stichprobenumfänge für die Aufdeckung bestimmter Unterschiede an. Dabei ist $\alpha = 0.05$ und $\beta = 0.2$ gewählt. Das bedeutet, daß wahrscheinlich immer noch 1/5 ($\beta = 0.2$) der Unterschiede übersehen werden!

Abbildung 7

Statistische Testung von Häufigkeiten: Beziehung von erwartetem Unterschied (Δ) und erforderlichem Stichprobenumfang $(n)_{1,2}$



Berechnet für:

Häufigkeit $p_1 = 50\%$

Häufigkeit $p_2 = (50 - \Delta)\%$

Typ-I-Fehler $\alpha = 0.05$

Typ-II-Fehler $\beta = 0.2$

nach der Formel für $n = \left(\frac{2.8}{p_1 - p_2} \right)^2 (p_1 \times (100 - p_1) + p_2 \times (100 - p_2))$

Für die vorliegende Arbeit kann aus dem Diagramm folgendes abgelesen werden: Wurde ein Merkmal bei allen 792 Osteosynthesen festgehalten, fallen Häufigkeitsunterschiede ab etwa 10% zwischen den Gruppen auf. Wenn nur die Kontrollgruppe ($n \approx 100$) mit der Infektionsgruppe ($n \approx 100$) verglichen wurde, müßten sich die Häufigkeiten von Merkmalen um etwa 20% unterscheiden, um "signifikant" unterschiedlich zu werden - eine statistische Analyse bringt also nur gröbere Unterschiede ans Licht.

Findet sich ein Merkmal in der Kontrollgruppe z.B. in 10% der Fälle, in der Infektionsgruppe aber bei 30% ($\Delta = 20\%$), so bedeutet dies ein dreifaches Infektionsrisiko - ein geringeres Risiko wäre kaum erkannt worden.

Ferner wurde die Empfehlung von Sachs berücksichtigt, Prozentzahlen erst ab 25 Werten anzugeben, eine Kommastelle erst ab 250 Werten (Sachs 1968/43).

Die Stufen der Analyse waren also:

1. Bildung geeigneter Gruppen
2. Berechnung der Häufigkeiten
3. Testung auf Unterschiedlichkeit

3. Ergebnisse

Die Bearbeitung der Krankenblätter ergab eine unerwartete Fülle von Daten. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Rohwerte im Anhang tabellarisch zusammengefaßt. Für die statistische Testung galt eine Signifikanzschranke von $\alpha = 0.05$.

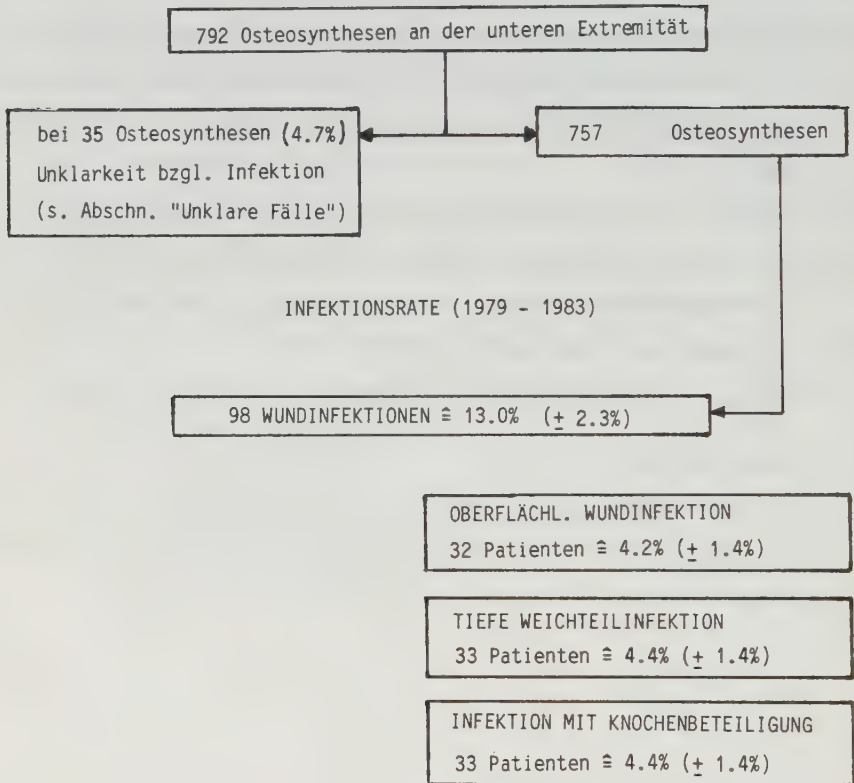
Nicht signifikant unterschiedliches Verhalten der Testgruppen ist mit "n.s." (nicht signifikant) gekennzeichnet. Zu den einzelnen Merkmalen waren die Daten nicht immer vorhanden, jedoch waren diese Ausfälle zufällig verteilt, ihr Anteil lag in der Regel unter 10%.

(Die Rohdaten zu den Diagrammen sind im Anhang enthalten.)

3.1. Infektionsrate

Die Wundinfektionsrate für die Jahre 1979 - 1983 war 13.0%, wobei Schwankungen zwischen den einzelnen Jahrgängen auftraten. Verhältnismäßig konstant war die Osteitisrate: sie beträgt (gemittelt) 4.4%.

Abbildung 8 Wundinfektionsraten - eine Übersicht

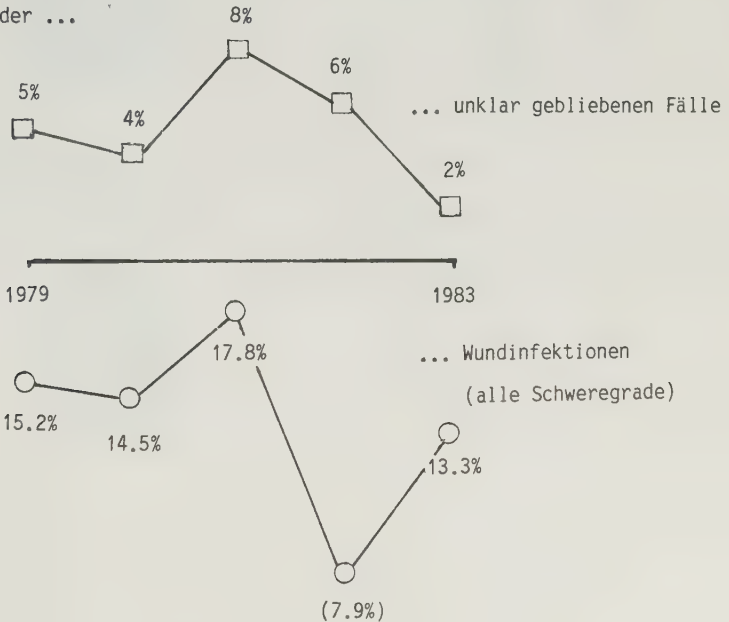


Die Zahlen in Klammern entsprechen dem 95%-Vertrauensbereich.

Abbildung 9 Osteosynthese nach Jahrgängen

97	Osteosynthesen	79
129	Osteosynthesen	80
128	Osteosynthesen	81
215	Osteosynthesen	82
222	Osteosynthesen	83

Anteil der ...

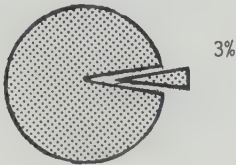


3.2. Allgemeine Aspekte

Wieviele Patienten im Anschluß an eine Osteosynthese in der Klinik verstarben, die Geschlechtsverteilung und Informationen zur anschließenden Materialentfernung lassen sich den folgenden Darstellungen entnehmen.

1. In der Klinik verstorben (n.s.)

Infektionsgruppe (n = 98)

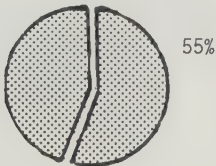


ohne Wundinfektion (n = 657)

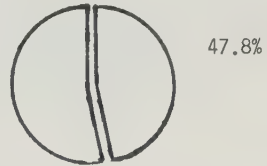


2. Geschlecht — männlich — (n.s.)

Infektionsgruppe (n = 98)

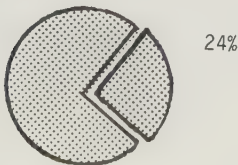


ohne Wundinfektion (n = 657)

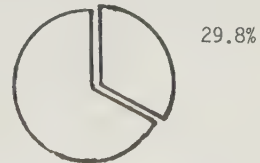


3. Materialentfernung im Hause (n.s.)

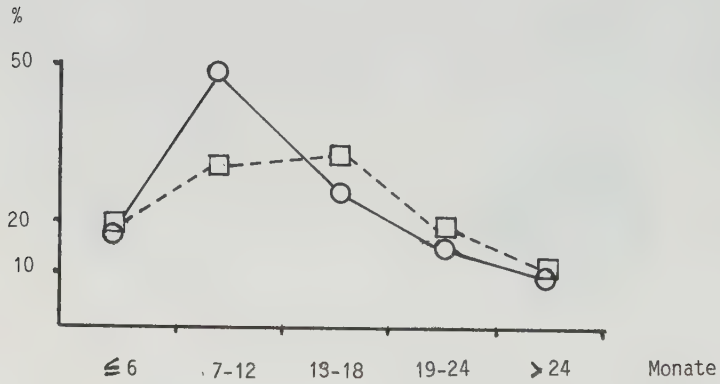
Infektionsgruppe (n = 98)



ohne Wundinfektion (n = 657)



4. Zeitpunkt der Materialentfernung



Infektionsgruppe (□)

ohne Wundinfektion (○)

3.3. Therapeutische Aspekte

Reoperation und Antibiose sind die Konsequenzen einer eingetretenen oder vermuteten Wundinfektion. Die Hälfte der Patienten mit Wundinfektionen wurde antibiotisch behandelt, zwei Drittel reoperiert (Die Reoperation erfolgte zu 65% innerhalb von 6 Wochen nach dem Primäreingriff). Dazu die folgenden Darstellungen.

1. Reoperation im Haus ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
66%	4.6%
(n = 98)	(n = 657)

2. Antibiotika eingesetzt ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
51%	5%
(n = 83)	(n = 98)

3. Antibiotika perioperativ ($\alpha < 0.05$)

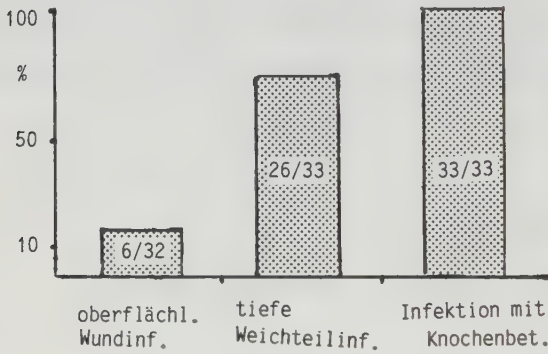
Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
16%	2%
(n = 81)	(n = 98)

4. Antibiotika postoperativ ($\alpha < 0.01$)

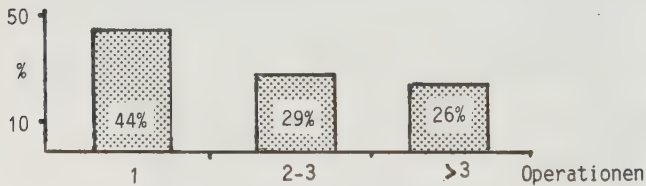
Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
43%	4%
(n = 83)	(n = 98)

5. Diagramme "Reoperation"

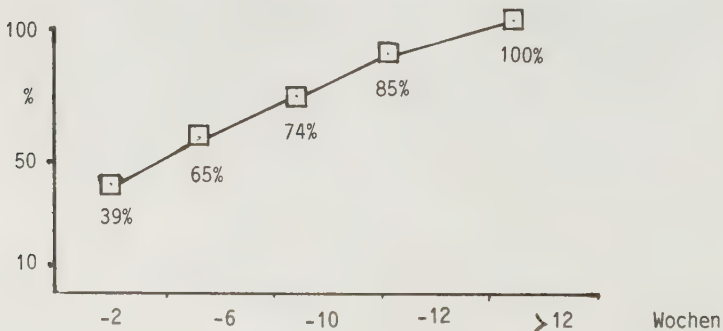
5.1. Reoperation und Schwere der Infektion



5.2. Anzahl durchgeführter Eingriffe



5.3. durchgeführte Reoperationen und postoperatives Intervall



6. Art der Reoperation in der Infektionsgruppe

(65 Patienten wurden reoperiert)

Debridement	an 32 Patienten	67 x
Spül-Saug-Drainage	an 10 Patienten	15 x
Fremdkörperentfernung	an 22 Patienten	29 x
Methodenwechsel	an 15 Patienten	20 x
Spongiosaplastik	an 9 Patienten	11 x
andere plastische Operationen	an 12 Patienten	14 x

An einem Patienten können in einer Sitzung mehrere Operationsarten durchgeführt werden.

3.4. Diagnostische Kriterien

Hauptsächliches diagnostisches Kriterium ist der lokale Befund. Das Vorliegen einer Fistel ist hochgradig verdächtig auf eine Knochenbeteiligung. Während eine Leukozytose mit zunehmendem Schweregrad der Infektion häufiger über den 5. Tag postoperativ bestehen bleibt, läßt die Temperaturerhöhung über den 4. Tag hinaus keine Rückschlüsse auf die Verlaufsform der Infektion zu. Die erhöhte Blutsenkung ist erst ab dem 18. Tag postoperativ als Entscheidungshilfe zulässig, spricht dann aber für eine schwerere Verlaufsform der Wundinfektion.

4.1. BKS $> 10/20$ (nach 18 Tagen)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
87%	?
(nur bei 39 von 98 Patienten bestimmt worden)	(nur bei 8 von 98 Patienten bestimmt worden)

4.2. Leukozyten > 9.000 nach 5 Tagen (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
33%	23%
(n = 75)	(n = 73)

4.3. Temperatur $> 37.5^{\circ}$ nach 4 Tagen ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
62%	36%
(n = 81)	(n = 95)

4.4. Lokalbefund auffällig ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
73%	1%
(n = 84)	(n = 98)

4.5. Fistel ($p < 0.01$)

Infektionsgruppe

20%

(n = 84)

ohne Wundinfektion

0%

(n = 98)

4.6. Schweregrad der Infektion und Infektionszeichen

	oberflächliche Infektion	tiefe Weich- teilverfektion	Knochen- beteiligung
BKS ↑	6	13	20
Leukozyten ↑	6	13	13
Temperatur ↑	15	18	24
auffälliger Lokalfund	23	21	23
Fistel	1	5	13
Fälle in der jeweiligen Gruppe	(32)	(33)	(33)

3.5. Einflußgrößen

Die Ätiopathogenese ermöglicht eine erste Gliederung möglicher Einflußgrößen zu Wundinfektion.



Abbildung 10 Ätiopathogenetische Formenkreise

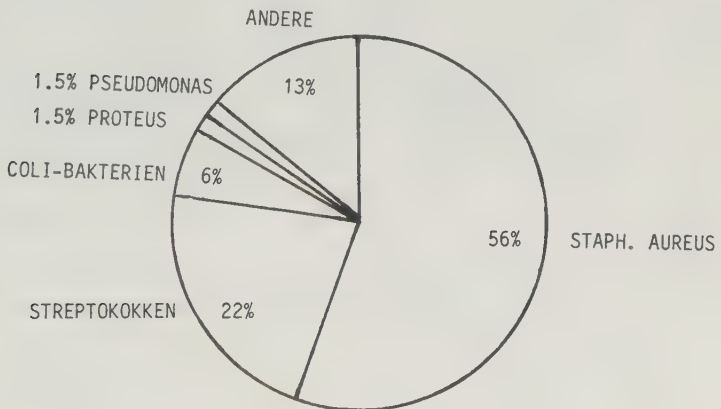
3.5.1. Erreger

Ein (im Literaturvergleich) typisches Erregermuster mit *Staphylokokkus aureus* als häufigsten Keim konnte nachgewiesen werden.

1. Erregernachweis:

- kein Anhalt auf einen durchgeführten Abstrich fand sich in den Krankenblättern der Gruppe "Infektion" bei 25 von 98 Patienten = 26%
- ein primär negativer Abstrich fand sich in der Gruppe "Infektion" bei 18%, *Streptokokkus epidermidis* primär bei 12%

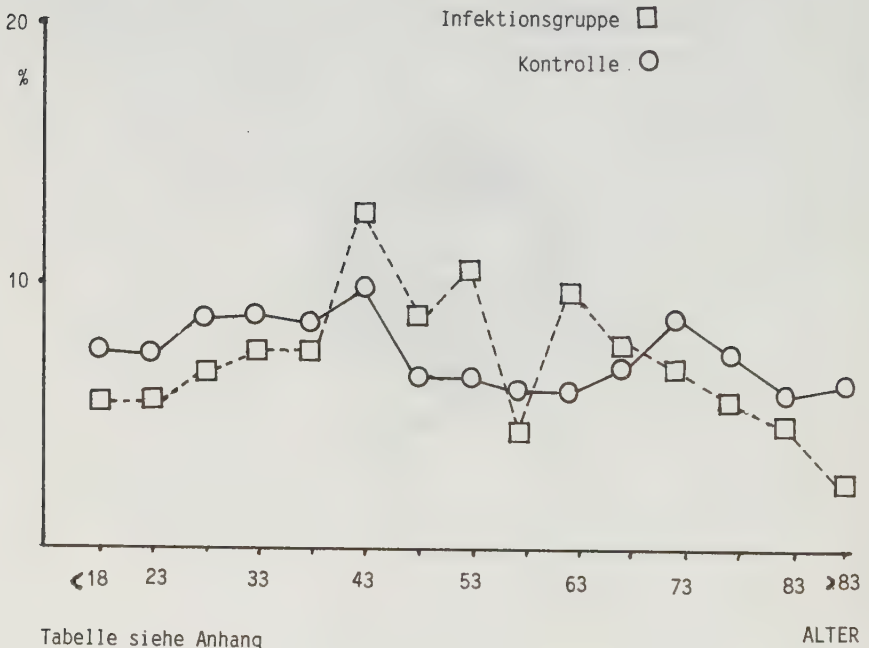
2. Erregerspektrum (primär nachgewiesene Keime)



3.5.2. Resistenzlage des Patienten

Informationen über die Resistenzlage des Patienten mußten dem Anästhesie-Fragebogen entnommen werden. Wegen des Befragungsmodus müssen hier die Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden.

1. Alter (n.s.)



Die Zahlen der Abszisse sind jeweils die Obergrenze einer 5-Jahres-Klasse.

2. Übergewicht $> 15\%$ (Broca-Index) (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
19%	13%
(n = 79)	(n = 78)

3. Untergewicht $> 15\%$ (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
14%	19%
(n = 78)	(n = 75)

4. Voroperation an der Extremität (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
7%	2%
(n = 82)	(n = 95)

5. kardiale Erkrankung (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
16%	19%
(n = 82)	(n = 95)

6. respiratorische Erkrankung (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
12%	13%
(n = 82)	(n = 95)

7. Hypertonus (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
20%	12%
(n = 82)	(n = 95)

8. Hypotonus (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
6%	11%
(n = 82)	(n = 95)

9. Extremitätendurchblutung vermindert (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
5%	4%
(n = 82)	(n = 95)

10. Diabetes (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
5%	6%
(n = 82)	(n = 95)

11. Schilddrüsenfunktionsstörung (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
14%	14%
(n = 82)	(n = 95)

12. Tabakkonsum 10 Zigaretten/Tag (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
46%	36%
(n = 81)	(n = 95)

13. Alkoholkonsum 2 l Bier/Tag ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
45%	25%
(n = 83)	(n = 95)

3.5.3. Lokale Einflüsse

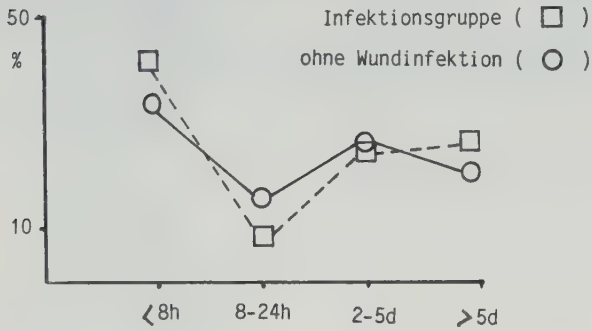
3.5.3.1. Präoperative Faktoren

Primäre und aufgeschobene Osteosynthesen unterschieden sich nicht signifikant in der Infektionsanfälligkeit.

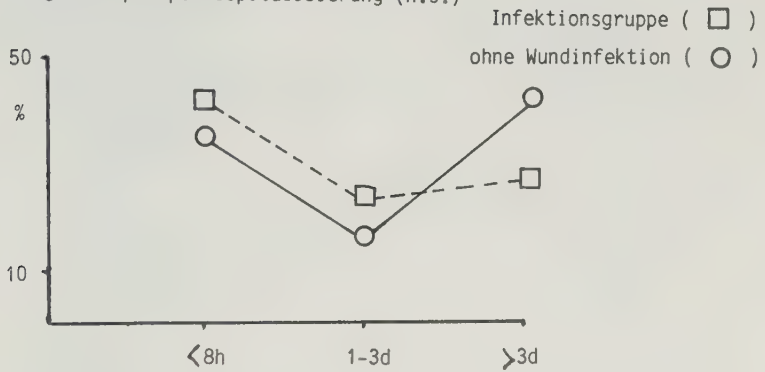
Wenn auch Größen wie Art und Lokalisation der Fraktur zu den präoperativen Faktoren gerechnet wurden, so darf man ihren Einfluß auf Operation und postoperativen Verlauf nicht vergessen!

Die Größe "Transfusion" soll als Indikator für den Blutverlust verstanden sein.

1. Diagramm: Zeitintervall Unfall - OP (n.s.)



2. Diagramm: präop. Hospitalisierung (n.s.)

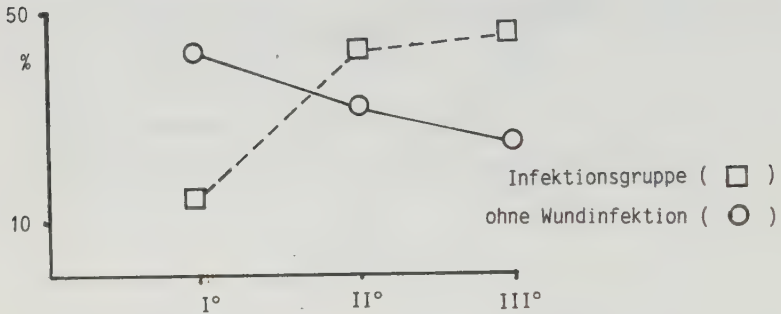


3. Anteil der offenen Frakturen ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe
23%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
4.3%
(n = 656)

4. Diagramm: Schweregrad der offenen Fraktur (n.s.)



5. Transfusion ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe
24%
(n = 95)

ohne Wundinfektion
16.4%
(n = 648)

6. Anteil der geschlossenen Frakturen ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe
77%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
95.7%
(n = 652)

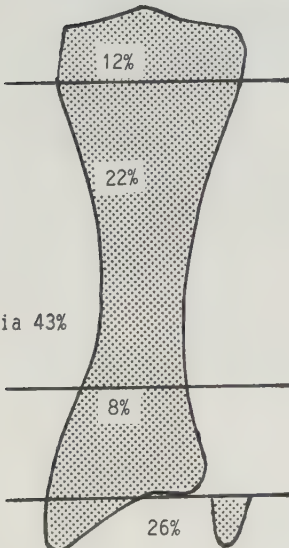
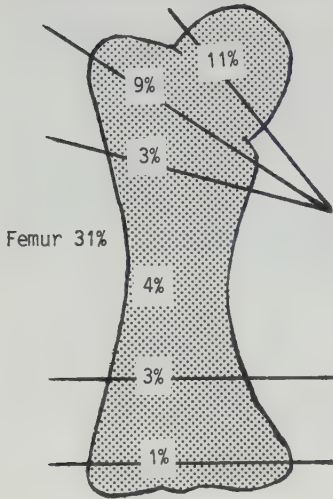
7. Seitenlokalisation - linkes Bein (n.s.)

Infektionsgruppe
52%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
54.9%
(n = 639)

Unter den Infektionen waren vermehrt Tibiafrakturen (alle Lokalisationen) zu finden. Femur und oberes Sprunggelenk wiesen deutlich geringere Infektionsraten auf.

Infektionsgruppe (n = 98)



ohne Wundinfektion (n = 656)

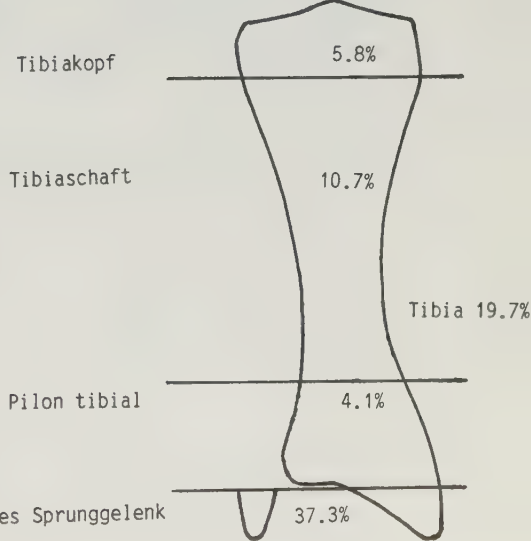
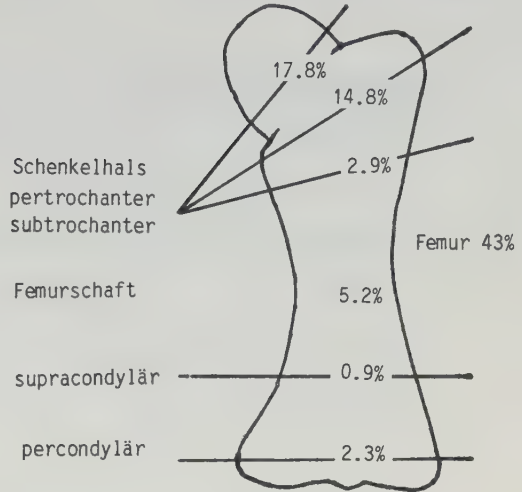


Abbildung 11 Frakturlokalisation in Infektionsgruppe und Kontrolle.

(Es wurde jeweils auf eine ganze Zahl bzw. eine Stelle nach dem Komma gerundet)

8. Frakturlokalisation Femur

282 Patienten mit Femurfrakturen erlitten 288 Frakturen.

Femur ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe
31%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
43%
(n = 656)

Schenkelhals (n.s.)

Infektionsgruppe
11%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
17.8%
(n = 656)

perthrochanter (n.s.)

Infektionsgruppe
9%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
14.8%
(n = 656)

subtrochanter (n.s.)

Infektionsgruppe
3%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
2.9%
(n = 656)

Femurschaft (n.s.)

Infektionsgruppe
4%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
5.2%
(n = 656)

supracondylär (n.s.)

Infektionsgruppe
3%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
0.9%
(n = 656)

percondylär (n.s.)

Infektionsgruppe
1%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
2.3%
(n = 656)

9. Frakturlokalisation Tibia

129 Patienten mit Tibiafrakturen erlitten 135 Frakturen (Etagenbrüche!)

Tibia ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe
43%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
19.7%
(n = 656)

Tibiakopf ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe
12%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
5.8%
(n = 656)

Tibiaschaft ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe
22%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
10.7%
(n = 656)

Pilon tibial (n.s.)

Infektionsgruppe
8%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
4.1%
(n = 656)

10. Oberes Sprunggelenk ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe

26%
(n = 98)

ohne Wundinfektion

37.3%
(n = 656)

11. Polytrauma ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe

11%
(n = 98)

ohne Wundinfektion

5.5%
(n = 657)

3.5.3.2. Intraoperative Faktoren

Bei Operationen zwischen 0h und 5h wurden vermehrt Infektionen beobachtet; verhältnismäßig infektionsarm blieben im Vormittagsprogramm durchgeführte Osteosynthesen.

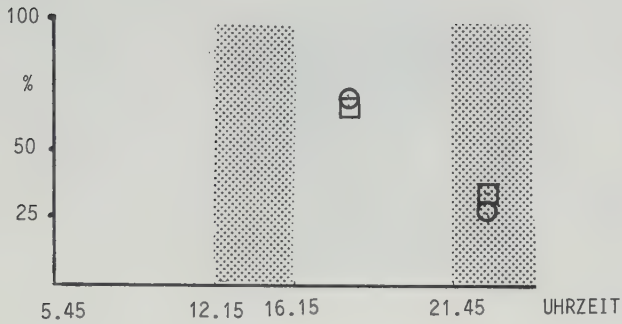
Dauerte die Operation länger als 2 1/2 Stunden, stieg die Infektionsrate deutlich. Operateure unterschiedlicher Fortbildungsstufen weisen ähnlich lange Operationszeiten auf - und auch ähnliche Infektionsraten.

Die bei den verschiedenen Osteosynthesemethoden aufgetretenen Wundinfektionsraten sind wiedergegeben, ebenso die Häufigkeit ihres Einsatzes.

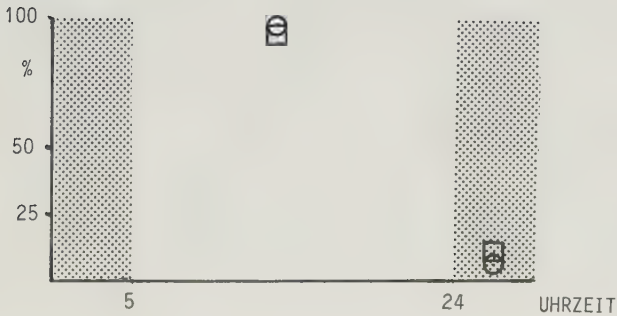
Beim Vergleich der an der Tibia bei Nagelung und Verplattung aufgetretenen Wundinfektionen erbrachte die Nagelung deutlich bessere Ergebnisse!

1. Operationsbeginn

12.15 - 16.15 und 21.45 - 5.45 (n.s.)



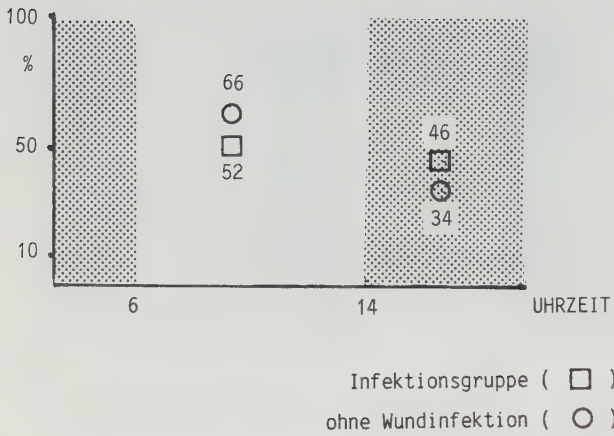
24h - 5h ($\alpha < 0.01$)



Infektionsgruppe (☐)

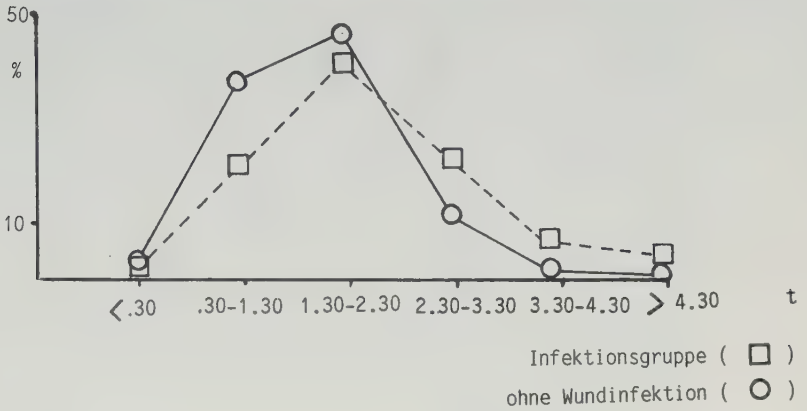
ohne Wundinfektion (☐)

Operationsbeginn 6 - 14h $\alpha < 0.01$ (einseitig)

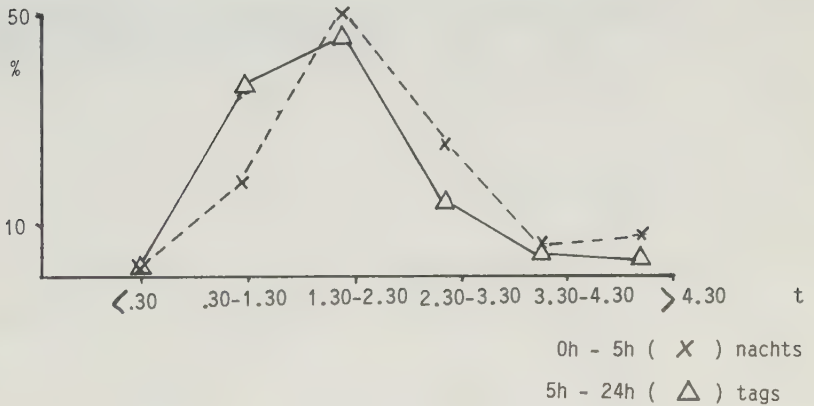


Infektionsrisiko 10.3% vs. 16.0% !

2. Diagramm: Operationsdauer ($\alpha < 0.001$)

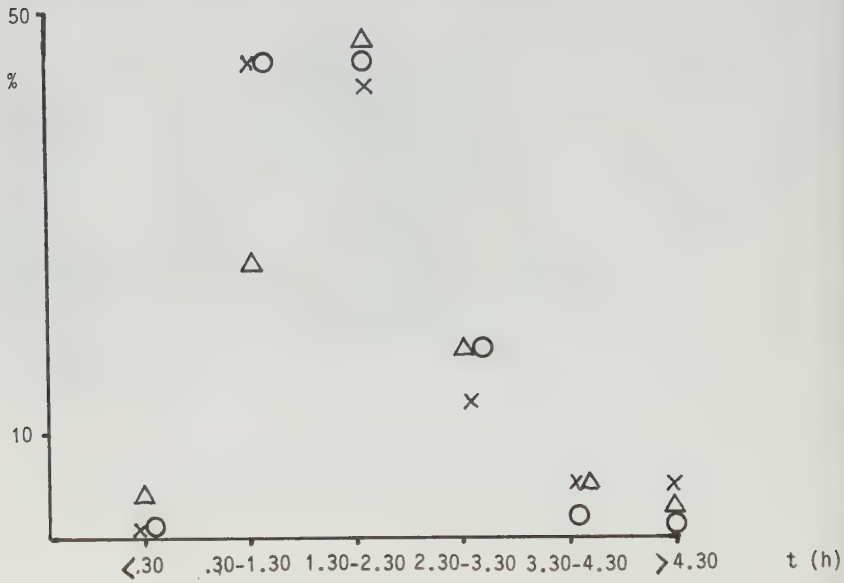


3. Diagramm: Operationsdauer und Operationsbeginn (n.s.)



Die Tendenz zu längeren Operationszeiten in der Nacht ist statistisch nicht signifikant.

4. Diagramm: Operationsdauer und Operateur (n.s.)

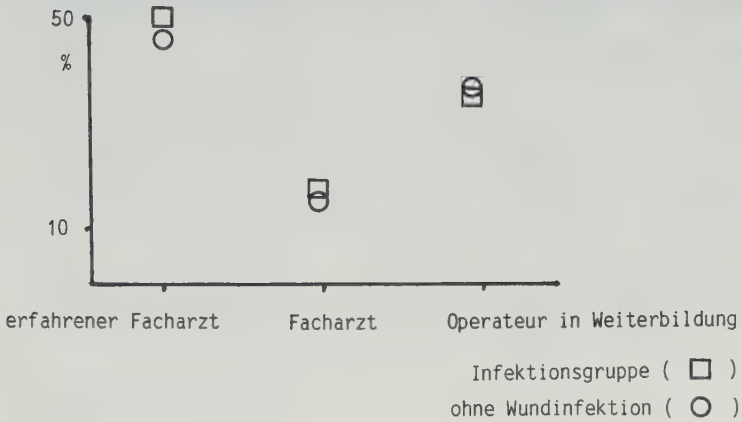


x = erfahrener Operateur

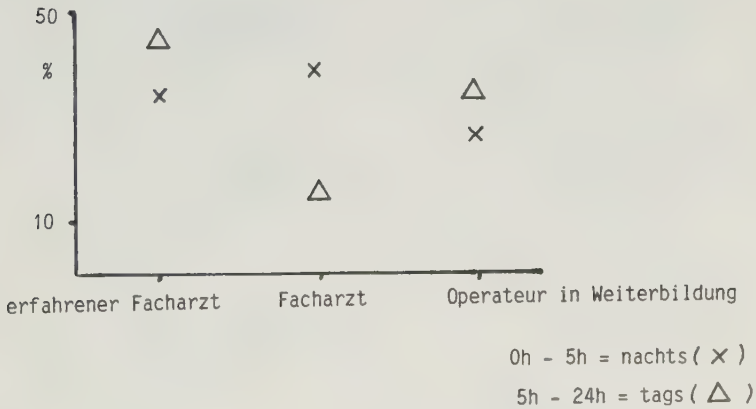
△ = Facharzt

○ = Operateur in Weiterbildung

5. Diagramm: Operateur und Anteil an (infizierten) Osteosynthesen (n.s.)



6. Diagramm: Operateur und Operationsbeginn ($\alpha < 0.05$)



7. Osteosynthese-Methoden und ihre Häufigkeiten

(n = 656 Patienten)

Zugschraube allein	16.7%
Zuggurtung	6.1%
Mark-/Verriegelungs-/Ender-Nagel	16%
Neutralisations-/Kompr.-Platte	36.2%
Abstützplatte / Platte ohne Zugschraube	12%
DHS/Winkelpl./Pugh-Nagel	17.2%
Fixateur extern (primär)	2.4%
Endoprothese	11.4%

118%,

da Mehrfachverletzte !

8. Osteosynthesemittel

Schraube (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
21%	16.9%
(n = 98)	(n = 656)

Zuggurtung (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
7%	6.1%
(n = 98)	(n = 656)

Marknagel (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
2%	3.1%
(n = 98)	(n = 656)

Verriegelungsnagel (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
5%	7.3%
(n = 98)	(n = 656)

Endernagel (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
6%	6.1%
(n = 98)	(n = 656)

Neutralisationsplatte (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
28%	31.6%
(n = 98)	(n = 656)

Kompressionsplatte (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
7%	5.2%
(n = 98)	(n = 656)

Abstützplatte ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
11%	5.3%
(n = 98)	(n = 656)

Platte ohne Zugschraube (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
7%	5.5%
(n = 98)	(n = 656)

DHS, Winkelplatte, Pugh-Nagel (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
11%	14.2%
(n = 98)	(n = 656)

Fixateur extern - primär ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
11%	1.2%
(n = 98)	(n = 656)

Endoprothese ($\alpha < 0.01$)

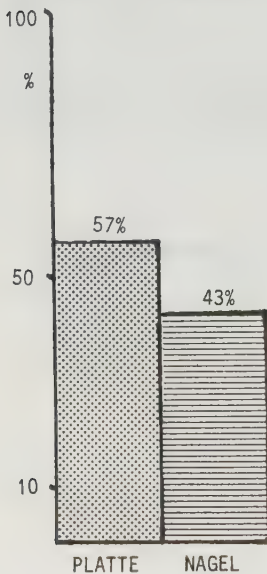
Infektionsgruppe
2%
(n = 98)

ohne Wundinfektion
12.8%
(n = 656)

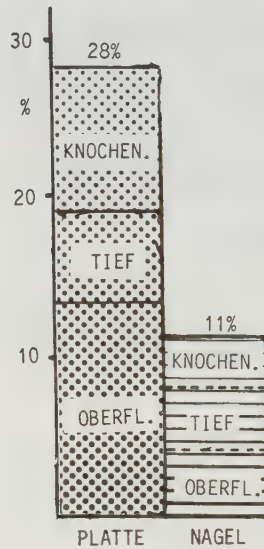
9. Nagel vs. Platte (Tibia)

(n = 107)

HÄUFIGKEIT DER METHODE



HÄUFIGKEIT DER INFektion $\alpha < 0.05$
(einseitig)



Die Platte wurde häufiger als ein Nagel zur Osteosynthese verwendet (Diagramm links). Ihre Infektionsrate ist mit 28% jedoch mehr als doppelt so hoch wie bei der Nagelung (Diagramm rechts).

10. Intraoperative Komplikationen (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
10%	6.4%
(n = 94)	(n = 628)

3.5.3.3. Postoperative Faktoren

Postoperativ ließen die verschiedenen (nicht entzündungsspezifischen!) Laborparameter keine Rückschlüsse auf die Infektionsrate zu. Ein länger liegender Redon scheint ein Infektionsrisiko darzustellen. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist dies jedoch für eine Harnwegsinfektion oder eine Sepsis anzunehmen. Ein Wundhämatom mündete mit großer Regelmäßigkeit in eine Wundinfektion!

1. Redon $< 24h$ ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
7%	24%
(n = 75)	(n = 78)

2. Redon 24h - 48h ($\alpha < 0.05$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
52%	35%
(n = 75)	(n = 78)

3. Redon $> 48h$ (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
35%	41%
(n = 75)	(n = 78)

4. Hämatom ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
17%	0%
(n = 84)	(n = 98)

5. Atemwegsinfektion (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
4%	4.2%
(n = 96)	(n = 656)

6. Harnwegsinfektion ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
10%	4.1%
(n = 96)	(n = 656)

7. Sepsis ($\alpha < 0.01$)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
3%	0.3%
(n = 96)	(n = 656)

8. Laborwerte - Homöostase

Hb-Wert $< 11g$ (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
19%	16%
(n = 80)	(n = 97)

Htk-Wert $\neq 35 - 60$ (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
15%	19%
(n = 80)	(n = 97)

Kalium-Wert $\neq 3.5 - 5.5$ mmol (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
1%	1%
(n = 75)	(n = 95)

Kalzium-Wert $\neq 2.25 - 2.75$ mmol (n.s.)

Infektionsgruppe	ohne Wundinfektion
39%	36%
(n = 38)	(n = 38)

Kreatinin > 2 mg% (n.s.)

Infektionsgruppe
3%
(n = 67)

ohne Wundinfektion
2%
(n = 64)

Eiweiß > 80 g/l (n.s.)

Infektionsgruppe
2%
(n = 48)

ohne Wundinfektion
0%
(n = 33)

Eiweiß < 40 g/l (n.s.)

Infektionsgruppe
15%
(n = 48)

ohne Wundinfektion
9%
(n = 33)

Transaminasen > 12 U/l (n.s.)

Infektionsgruppe
35%
(n = 51)

ohne Wundinfektion
43%
(n = 30)

Quickwert $< 60\%$ oder PTT > 50 sek. (n.s.)

Infektionsgruppe
3%
(n = 75)

ohne Wundinfektion
2%
(n = 89)

- 3.6. Zusammenfassende Darstellung der auffälligen Merkmale
Signifikante Merkmale ($\alpha < 0.05$) mit erhöhtem Infektionsrisiko

I. Risikofaktoren

Alkoholkonsum > 2 l Bier/d
Operationsbeginn 0h - 5h
Platte an der Tibia
Abstützplatte
Redon 24 - 48h
Hämatom

II. Therapieunabhängige Einflußgrößen

Offene Fraktur
Tibia-Fraktur
Polytrauma
Harnwegsinfektion
Sepsis

III. Therapieabhängige Einflußgrößen

Operationsdauer > 2 1/2h
Transfusion ($\hat{=}$ Polytrauma)
Fixateur externe primär ($\hat{=}$ offene Fraktur)

IV. Merkmale mit $\alpha < 0.05$, die risikomindernd wirken

OSG-Fraktur

Femur-Fraktur

Endoprothese

Operationszeit 6h - 14h

Redon $< 24h$

V. Prognostische Kriterien ($\alpha < 0.05$)

Temperatur $\uparrow > 4d$

Infektionszeichen (klin.)

BKS $\uparrow > 18d$

3.7. Unklare Fälle

An die 35 Patienten mit Osteosynthese an der unteren Extremität der Jahre 1979 - 1983, die nicht eindeutig als Infektionsfälle eingeordnet bzw. abgelehnt werden konnten, wurde im November 1984 ein Fragebogen wie beschrieben versandt.

9x kam die Nachricht: unbekannt verzogen

2x kam die Nachricht: verstorben

von den verbleibenden 26 Patienten kam

12x keine Antwort (ca. 45%),

14x der ausgefüllte Fragebogen (ca. 55%).

Dabei enthielten die Antworten 2x Hinweise auf eine die Wundheilung komplizierende Infektion, was durch ein Telefonat mit dem Patienten bzw. dem weiterbehandelnden Krankenhaus gesichert werden konnte.

3.8. Historische Kontrolle der Infektionsraten

Eine retrospektive Studie ist in hohem Grade von der Qualität der zugrundeliegenden Aufzeichnungen abhängig. Zur Abschätzung dieser Unsicherheit sollen die eigenen Ergebnisse mit der Literatur verglichen werden. Die historische Kontrolle stützt sich im wesentlichen auf folgende Quellen: "Die posttraumatische Osteitis" von C. Burri (9) und "Die exogene Osteomyelitis von Becken und unteren Gliedmaßen" von K.H. Müller (35). Wertvoll wurden diese Quellen durch die nach Lokalisation und Schweregrad der Fraktur differenzierten Osteitisraten (siehe auch Diskussion).

3.8.1. Osteitisrate allgemein

offene und geschlossene Fraktur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	4.4%	n = 756	1979 - 1983 7% offene Frakturen untere Extremität
Probst (41)	7%	n = 12000	1975 Berufsunfälle eines Jahrgangs
Schütz (46)	2.2%	n = 404	1981/82 alle Osteosynthesen
Allgöwer (1)	1.9%	n = 4440	1969/70 AO-Sammelstudie

geschlossene Fraktur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	3.6%	n = 700	1979 - 1983 untere Extremität
Probst (41)	3.6%	n = 111	1971 - 1974 obere und untere Extremität
Schreinlechner (50)	2.5%	n = 7471	1973 - 1979 alle Osteosynthesen

offene Fraktur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	16%	n = 50	1979 - 1983 untere Extremität
Kuner (31)	9.3%	n = 290	1978
Schreinlechner (50)	6.6%	n = 1256	1973 - 1979 alle Osteosynthesen

Burri (9) stellt die "Infektionsraten" verschiedener Autoren während der 70-er Jahre vor, die zwischen 0.18 und 3.6% für alle Osteosynthesen lagen, bei offenen Frakturen zwischen 3% und 20%. Als akzeptable Grenzen der per-secundam-Heilungen nennt er 2% für Osteosynthesen geschlossener Brüche, 10% für offene Frakturen.

Als Kritik der o.a. Zusammenstellung ist der Vorwurf der Inhomogenität gerechtfertigt: So unterscheidet sich die oben zusammengestellte Tabelle z.B. in der Lokalisation der Osteosynthesen.

3.8.2. Osteitisrate und Lokalisation

Die Frakturlokalisation hat großen Einfluß auf die Osteitisrate; Frakturmechanismus und vor allem die Weichteildeckung scheinen verantwortlich zu sein. Die Osteitisrate wird entsprechend aufgeschlüsselt.

Femur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2.9%	n = 312	1979 - 1983 2% offene Frakturen 86 Endoprothesen eingeschl.
K.H. Müller (35)	3.5%	n = 1331	1972- 1979 Sammelstatistiken dt. und schwz. AO-Kliniken
geschlossene Frakturen - Osteitis			
eigene Ergebnisse	3.0%	n = 297	1979 - 1983 86 Endoprothesen eingeschl.
Tscherne (zit. n. 9)	3.6%	n = 129	1977 geschl. Femurfrakturen
Benoit (zit. n. 9)	4.7%	n = 254	1974 geschl. Femurfrakturen

proximales Femur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2.3%	n = 256	1979 - 1983 1% offene Frakturen 86 Endoproth. eingeschl.
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2.3%	n = 254	1979 - 1983 86 Endoproth. eingeschl.
Tietze (zit. n. 9)	5.8%	n = 860)	1970 geschl. Frakturen
Ruedi (zit. n. 9)	1.3%	n = 150	1977 geschl. subtroch. Frakturen

Femurschaft - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2.6%	n = 38	1979 - 1983 5% offene Frakturen
K.H. Müller (35)	4.5%	n = 626	1972 - 1979 Sammelstatistiken dt. und schwz. AO-Kliniken
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2.8%	n = 36	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Gute Weichteildeckung, wenig offene Frakturen (auch der Anteil an Prothesen) führen zu diesen niedrigen Osteitisraten.

distales Femur - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	8%	n = 25	1979 - 1983 12% offene Frakturen
K.H. Müller (35)	3.5%	n = 375	1972 - 1977 Sammelstatistik dt. und schwz. AO-Kliniken
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	9%	n = 22	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Von K.H. Müller wird das distale Femur wegen seiner geringen Weichteildeckung und aus funktionellen Überlegungen mit dem Tibiakopf zu einer "Kniegelenksregion" zusammengefaßt.

Die Tibiafraktur, speziell in ihrer offenen Form, ist eine klassische Problemfraktur. Hohe einwirkende Kräfte und geringe Weichteildeckung machen diesen Bruch besonders infektionsanfällig. Viel diskutiert wurde das geeignetste Osteosynthesemittel - die eigenen Ergebnisse finden sich unter "Osteitisrate und Methode".

Tibia - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	8.8%	n = 171	1979 - 1983 24% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	6.2%	n = 130	1979 - 1983 geschl. Frakturen
Burri (9)	1.9%	n = 936	1971 - 1976 Sammelstatistik
offene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	17.1%	n = 41	1979 - 1983 offene Frakturen
Burri (9)	10.8%	n = 1180	1971 - 1977 Sammelstatistik

Tibiakopf - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	8%	n = 50	1979 - 1983 14% offene Frakturen
K.H. Müller (35)	6.6%	n = 287	1973 - 1976 Sammelstatistiken
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	7.0%	n = 43	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Tibiaschaft - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	9.8%	n = 92	1979 - 1983 34% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	6.6%	n = 61	1979 - 1983 gesch. Frakturen
offene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	29%	n = 31	1979 - 1983 offene Frakturen

Der Literaturvergleich findet sich im Abschnitt "Osteitisrate und Methode".

Pilon tibial - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	5.7%	n = 35	1979 - 1983 9% offene Frakturen
K.H. Müller (35)	19%	n = 42	1971 - 1976 ?% offene Frakturen
geschlossene Frakturen			
eigene Ergebnisse	3.1%	n = 32	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Oberes Sprunggelenk - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	3.3%	n = 271	1979 - 1983 2% offene Frakturen
Müller (zit. n. 35)	0.7%	n = 572	1978 veröffentlicht ?% offene Frakturen
Decker (zit. n. 35)	3.1%	n = 164	1972 - 1975 ?% offene Frakturen
geschlossene Frakturen			
eigene Ergebnisse	3.0%	n = 266	1979 - 1983 geschl. Frakturen

3.8.3. Osteitisrate und Methode

Ein wertender Vergleich der Osteitisraten verschiedener Methoden kann nur unter Berücksichtigung der Indikationsstellung erfolgen.

Hüftgelenks-Endoprothese - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	1.2%	n = 86	1979 - 1983 verschiedene Modelle
K.H. Müller (35)	1.7%	n = 22778	1971 - 1974 Sammelstatistik
K.H. Müller (35)	6.9%	n = 1012	1969 - 1974 Charnley - Prothese

Eine Besonderheit der infizierten Endoprothese ist das Auftreten später "schleichender" Infektionen. Deshalb müßten die eigenen Ergebnisse wahrscheinlich nach oben korrigiert werden.

Größe des implantierten Fremdkörpers, biomechanische Probleme durch die exzentrische Verankerung, der Verschleiß der Verankerung und Nekrosezonen sind Erklärungen für diese schleichenden Verlaufsformen (7,35).

Zugschraube (allein) - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	6%	n = 132	1979 - 1983 3% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	5.5%	n = 128	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Zuggurtung - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	6%	n = 47	1979 - 1983 4% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2%	n = 45	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Natürlich ist die Infektionsrate einer Methode von ihrer Indikation abhängig
- der Fixateur externe ist das Osteosynthesemittel der Wahl für
Problemfrakturen mit schwerem Weichteilschaden.

Fixateur externe - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	26%	n = 19	1979 - 1983 in 16 Fällen offene Frakturen

Abstützplatte - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	7%	n = 46	1979 - 1983 7% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	9%	n = 43	1979 - 1983 geschlossene Frakturen

Oberflächliche, tiefe Weichteil- und Knocheninfektionen betragen für die
Abstützplatte 22% - eine signifikant auffällige, hohe Infektionsrate.
Aufgrund der relativ kleinen Fallzahl ist aber für die Knocheninfektionen
allein kein signifikanter Unterschied zu erwarten, der diese Beobachtung
bestätigen könnte.

Neutralisationsplatte Kompressionsplatte - Osteitisrate Platte ohne Zugschraube			
eigene Ergebnisse	4.4%	n = 318	1979 - 1983 5% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	4%	n = 301	1979 - 1983 geschl. Frakturen

Marknagel Verriegelungsnagel - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	1%	n = 75	1979 - 1983 16% offene Frakturen
geschlossene Frakturen - Osteitisrate			
eigene Ergebnisse	2%	n = 63	1979 - 1983 geschlossene Frakturen

Die Nagelung ist mit deutlich weniger Knocheninfektionen verbunden als die Verplattung. Wegen der geringen Fallzahl ist die statistische Testung schwierig, unter Miteinbeziehung von oberflächlichen und tiefen Infektionen ergab sich für die Tibia jedoch ein signifikanter Unterschied ($\alpha < 0.05$).

Neutralisationsplatte Kompressionsplatte - Osteitisrate Platte ohne Zugschraube			
geschlossene Fraktur/Tibia			
eigene Ergebnisse	7%	n = 44	1979 - 1983 geschl. Fraktur Tibia
Bertel (zit. n. 52)	4.7%	n = 244	1970 - 1979 geschl. Fraktur Tibia Unfallkrankenh. Österr.

offene Fraktur/Tibia			
eigene Ergebnisse	2 Pat. (17%)	n = 12	1979 - 1983 offene Fraktur der Tibia
Bertel (zit. n. 52)	18.2%	n = 366	1970 - 1979 offene Fraktur Tibia
Schreinlechner (50)	25%	n = 93	1971 - 1978 offene Fraktur Tibia

Die eigenen Ergebnisse stehen im Einklang mit der Literatur.

Marknagel Verriegelungsnagel - Osteitisrate			
geschlossene Fraktur/Tibia			
eigene Ergebnisse	3%	n = 32	1979 - 1983 geschl. Fraktur Tibia
Bertel (zit. n. 52)	2.4%	n = 889	1970 - 1979 geschl. Fraktur Tibia
offene Fraktur/Tibia			
eigene Ergebnisse	0 Pat.	n = 11	1979 - 1983 offene Fraktur Tibia
Bertel (zit. n. 52)	8%	n = 481	1970 - 1979 offene Fraktur Tibia

Bei den eigenen Ergebnissen war die Nagelosteosynthese verglichen mit der Plattenosteosynthese mit einer geringeren Infektionsrate verbunden - diese Beobachtung findet man in der Literatur bestätigt.

(Hier wurden nur Literaturstellen mit klaren Definitionen berücksichtigt!)

4. Diskussion

4.1. Methodenkritik

4.1.1. Studiendesign

Die vorgelegten Ergebnisse wurden retrospektiv aus einer Fall-Kontroll-Studie gewonnen, zusätzlich wurde eine historische Kontrolle an der Literatur durchgeführt. Durch Bildung von Test- und Kontrollgruppen konnten statistische Testmethoden angewendet werden (Chi-Quadrat-Test, exakter Test nach Fisher). Wichtige Voraussetzung dafür war eine Fallzahl ($n = 792$ Osteosynthesen), die auch noch eine Unterschichtung nach einzelnen Merkmalen erlaubte.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenqualität und notwendigerweise großen Datenmenge unterlag auch diese Studie gewissen Einschränkungen: der Einfluß der Antibiotikaphylaxe wurde nicht mit in die Studie aufgenommen, den Einflüssen bestimmter Pharmaka, eines gleichzeitig bestehenden Malignoms und gewisser Stoffwechselstörungen konnte wegen ihres seltenen Vorkommens nicht weiter nachgegangen werden. Postoperative Faktoren wie die Stationshygiene sind bei einer retrospektiven Analyse kaum zu beurteilen - Informationen zu möglichen Einflüssen ließen sich den Akten nicht entnehmen.

In der Infektionsstudie von Cruse (12) fanden sich für verschiedene Stationen keine unterschiedlichen Infektionsraten - Cruse bewertet diese Einflüsse deshalb als unbedeutend. Enggehalten könnte man eine gleichmäßig schlechte oder gute Stationshygiene. Allerdings wird auch von anderen Autoren ein rascher, bakteriendichter postoperativer Wundverschluß angenommen (10,11,26). Studienziel war, Trends aufzuzeigen, die der Hypothesengewinnung für weitere Untersuchungen dienen können. Als Ergebnis der Studie konnten klare Trends

nachgewiesen werden. Im Design einer retrospektiven Studie können prinzipiell nicht alle Einflußgrößen berücksichtigt werden, durch Randomisierung können diese Störgrößen in ihrer Auswirkung eingeschränkt werden. Die gegebenen Anstöße könnten in einer prospektiven Studie (bis hin zur Formulierung pathogenetischer Zusammenhänge) weiterverfolgt werden.

4.1.2. Statistische Methoden

Im wesentlichen wurden Merkmalshäufigkeiten vorgestellt oder miteinander verglichen. Beim Vergleich der Häufigkeiten war der Unterschied zwischen Test- und Kontrollgruppe entweder auffällig oder unauffällig. Dabei kann sowohl ein auffälliges als auch ein unauffälliges Verhalten überraschend sein oder aber nur eine bestehende Erwartung erfüllen. Überrascht das Ergebnis, so muß immer auch an den Wahrscheinlichkeitscharakter der statistischen Testung gedacht werden: Bei einer Aussagesicherheit von z.B. 95% besteht eben noch eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%. Das bedeutet, daß wahrscheinlich eine von 20 "signifikanten" Aussagen falsch ist.

Als Maß für die Genauigkeit einer Häufigkeit gibt man im Allgemeinen den 95%-Vertrauensbereich an (2 -Bereich). Bei einem Probenumfang von $n = 100$ umfaßt dieser Vertrauensbereich etwa 8% nach oben und nach unten - für einen Vertrauensbereich von $\pm 1\%$ wäre ein Probenumfang von $n = 8000$ notwendig!

$$\text{(Formel nach Sachs/117 : } \hat{p} \pm Z \sqrt{\frac{\hat{p} \times (1 - \hat{p})}{n}} \text{)}$$

Schließlich kann das Ergebnis mit großer Vorsicht interpretiert werden, Schlußfolgerungen für die Praxis sind aber vom Ergebnis getrennt zu betrachten. Konsequenzen für Indikation und Therapie sollten aus retrospektiven Studien nur in Ausnahmefällen gezogen werden.

4.1.3. Repräsentanz

Für die Untersuchung wurde das Patientengut nicht selektioniert, die Drop-out-Rate betrug 1.3% (10 Patienten). Als unklar im Bezug auf die Diagnose "Infekt" mußte die postoperative Entwicklung von 4.4% der Osteosynthesen bezeichnet werden. Davon konnte durch eine Fragebogenaktion die Hälfte noch geklärt werden. 14 von 35 Bögen kamen ausgefüllt zurück, dabei konnten 2 Infektionen nachträglich gesichert werden. Übertragen auf 35 unklare Fälle würde dies 5 zusätzliche Infektionsfälle bedeuten: die Infektionsrate würde sich nur unwesentlich ändern.

Auch die historische Kontrolle stimmt im Ergebnis mit dem untersuchten Kollektiv überein, so daß auf eine gute Validität der Studie geschlossen werden darf.

4.2. Kritische Würdigung der Ergebnisse

4.2.1. Infektionsraten

Die Wundinfektionsrate von 13.0% bei 756 Osteosynthesen umfaßt oberflächliche Wundinfektionen, tiefe Weichteilinfektionen und Infektionen mit Knochenbeteiligung. Im Abschnitt Material und Methodik wurde diese Dreiteilung begründet, zum Teil existiert in der Literatur bereits eine Zweiteilung in leichte und schwere Infektion.

Häufig wird schließlich die Osteitisrate alleine für sich angegeben. Die Dreiteilung rechtfertigt sich aus den Konsequenzen für den Patienten (Reoperationen, verlängerter Krankenhausaufenthalt, unterschiedliche Prognose).

Ob alle Infektionsfälle als solche erkannt wurden, ist für eine retrospektive Untersuchung nur schwer zu beurteilen. Das Ergebnis der Fragebogenaktion für

die unklaren Fälle (siehe Repräsentanz) wie auch der Literaturvergleich sprechen jedoch für eine sehr gute Sensitivität. Daß Infektionsfälle fälschlicherweise als solche bezeichnet wurden, erscheint unwahrscheinlich. Unklare Fälle wurden eben als eigene Gruppe geführt (14,54,55). Betrachtet man den zeitlichen Verlauf der Infektionsrate, fällt das Jahr 1982 auf (Abbildung 12).

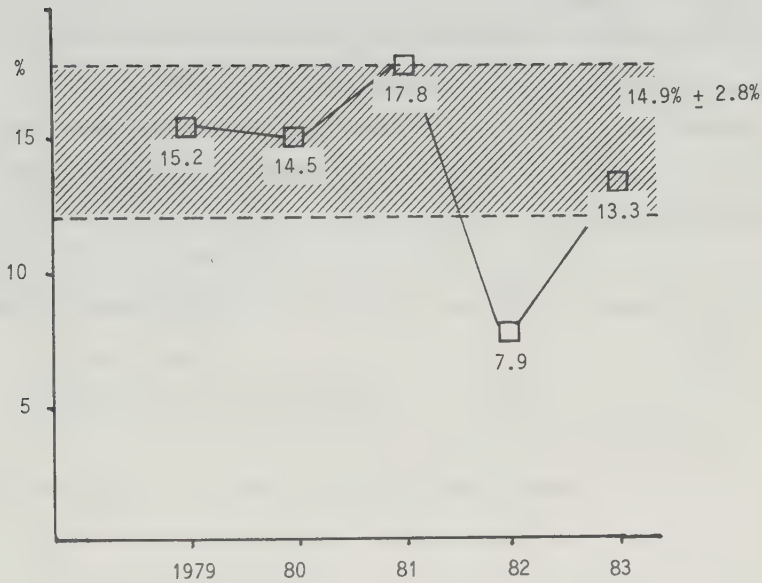


Abbildung 12: Infektionsrate nach Jahrgängen

Die gestrichelte Linie umfaßt den 95%-Vertrauensbereich der Infektionsrate, wenn das Jahr 1982 nicht berücksichtigt wird.

Die Infektionsfälle des Jahres 1982 wurden näher durchgesehen - es stellte sich heraus, daß unter ihnen keine oberflächlichen Wundinfektionen waren. Die naheliegende Hypothese ist also, daß in diesem Jahrgang bei der Aktendurchsicht diese leichten Infektionen nicht erkannt wurden und für dieses Jahr die Infektionsrate wahrscheinlich nach oben korrigiert werden muß.

Trotz dieser plausiblen Hypothese soll auf eine Beobachtung hingewiesen werden, die Cruse während seiner außerordentlich gründlichen Infektionsstudie an 47917 Wunden machte:

Im Beobachtungszeitraum fiel die Infektionsrate von 3.7% auf etwa 1.3% stetig ab. Jedem Chirurgen war dabei seine "persönliche" Infektionsrate in sechsmonatigem Abstand mitgeteilt worden (1977/10). "The savings have more than paid for the costs of the study", schließt er seine aufsehererregende Veröffentlichung ab. Möglicherweise liegt der Abfall in der Infektionsrate demnach in dem Ende 1981 stattgefundenen Führungswechsel an der hiesigen Klinik begründet, in dem Sinne, daß ein ähnlicher Effekt wie von Cruse beschrieben eintrat.

Der Vergleich von Infektionsraten kann sehr leicht zu trügerischen Ergebnissen führen. Schon für den Begriff "Infektion" finden sich im deutschen Sprachraum uneinheitliche Definitionen. Für den Vergleich ist am ehesten die Osteitisrate geeignet - für sie ist die größte diagnostische Übereinstimmung zu erwarten.

Doch auch sie muß weiter differenziert werden. So fand sich beispielsweise die Osteitisrate (0.5%!) für Platten- und Schraubenosteosynthese zusammengefaßt (40), ein für die weitere Diskussion unbrauchbares, ja irreführendes Vorgehen.

Ist die Veröffentlichung von Infektionsraten vorgesehen, sollte sie folgenden

fünf Kriterien entsprechen:

1. Der Begriff "Infektion" sollte klar definiert sein - dringend erforderlich ist hier eine Einigung, wie sie für den englischen Sprachraum schon erzielt wurde.
2. Die Osteitisrate als besondere Eigentümlichkeit der Infektion nach Osteosynthese sollte gesondert angegeben werden. Es wird darüberhinaus eine Trennung der verbliebenen Infektionen in eine oberflächliche und eine tiefe Form vorgeschlagen.
3. Die Osteitisrate sollte für offene und geschlossene Frakturen getrennt angegeben werden - zumindest muß der Anteil offener Frakturen im Patientengut angegeben werden. Diese Forderung wird im deutschsprachigen Schrifttum in den meisten Fällen erfüllt.
4. Die Osteitisrate sollte möglichst nach Frakturlokalisationen getrennt angegeben werden. Derart geschichtete Angaben sind hier wertvoller als eine große Fallzahl.
5. Die Osteitisrate sollte möglichst nach Osteosynthesemethoden getrennt angegeben werden.

Die gestellten Forderungen werden beim eigenen Literaturvergleich beachtet.

4.2.2. Einflußgrößen

4.2.2.1. Resistenzlage des Patienten

Alter

Überraschenderweise konnte das Lebensalter der Patienten zum Zeitpunkt der Osteosynthese in dieser Studie nicht als Risikofaktor identifiziert werden. Da das Lebensalter in der Literatur recht gut als Risikofaktor gesichert ist (10,11,14,15,34,37,45,57) bleiben als Erklärungen:

- a. Der Anteil an Hüftgelenksendoprothesen in den höheren Altersgruppen; diese

sind, wie gezeigt, mit einer niedrigen Infektionsrate behaftet.

- b. Das Alter könnte ein Risikofaktor minderer Bedeutung sein - für seine Identifikation hätte es einer größeren Fallzahl bedurft.
- c. Das Alter könnte sich im vorgelegenen Patientengut zufälligerweise untypisch und dadurch unauffällig verhalten haben.

Die letzten beiden Hypothesen begründen also einen sogenannten "β-Fehler" statistischer Testmethoden; eine bestehende Auffälligkeit wurde übersehen.

Übergewicht

Der einfach zu handhabende, aber leider etwas ungenaue Broca-Index wurde verwendet (Körpergröße in cm - 100 = Normalgewicht in kg). Dieses Verfahren liefert insbesondere für Frauen überhöhte Normalgewichte. Um so mehr erstaunt es, daß ein Übergewicht über 15% das Infektionsrisiko nicht zu erhöhen scheint. In der Allgemeinchirurgie ist dieser Risikofaktor gut gesichert, ein β-Fehler (siehe Alter) ist daher denkbar. Allerdings könnte das Übergewicht den Nachteil einer verdickten, infektionsanfälligen Fettgewebsschicht an der unteren Extremität durch einen kräftigen Muskelmantel um die Knochen ausgleichen (2,10,11).

Untergewicht

Auch für die Diagnose Untergewicht wurde eine Toleranz von 15% zum Normalgewicht eingeräumt. Eine auffällige Häufung in der Infektionsgruppe wurde nicht beobachtet (2,10,11,14,34,45).

Verminderte Extremitätendurchblutung

Eine erhöhte Infektionsbereitschaft könnte man theoretisch mit einer eingeschränkten Durchblutung begründen. Die kleine Patientengruppe mit diesem

Merkmal ließ aber allenfalls eine Tendenz erkennen (46).

Kardio-pulmonale Erkrankung, Hyper-, Hypotonus, Stoffwechselstörungen ...
sind Merkmale, zu denen nur ein indirekter Zugang über den
Anästhesie-Fragebogen bestand. Ihr Verhalten war unauffällig, auf die
Möglichkeit eines β -Fehlers wird insbesondere für die Merkmale Hypertonus und
Diabetes hingewiesen. Beide sind in der Literatur als Risikofaktoren belegt.
Das Ergebnis kann auch dahingehend interpretiert werden, daß diese Faktoren
keinen hervorragend großen Einfluß auf die Wundinfektionsrate besitzen. Die
Diabeteshäufigkeit im Krankengut entspricht recht gut der bekannten Prävalenz
von 5% in der Bevölkerung (2,10,11,46).

Tabakkonsum > 10 Zigaretten pro Tag

Die Tendenz der Raucher in Richtung einer erhöhten Infektionsbereitschaft
konnte nicht auf einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.05$ bestätigt werden. Die
dadurch hervorgerufenen Gefäßveränderungen sind aus der Infarktdiskussion
hinlänglich bekannt (30).

Alkoholkonsum > 2 l Bier pro Tag

Eine deutliche Zunahme der Infektionsrate wurde nachgewiesen. Etwas
überraschend war der hohe Anteil von Patienten mit übermäßigem Tabak- und
Alkoholkonsum. Könnte es sich hier um Symptome eines Lebensstils handeln, der
für Knochenbrüche wie auch für Infektionen prädisponiert? Auch per se wirkt
Alkoholismus resistenzmindernd. Ursächlich wirken bei Weichteilen
Mangelernährung (Vit. C, Folsäure), ein direkt toxischer Effekt des Äthanol
auf die Myelopoese, eine verminderte Phagozytenaktivität (Vit. B12-Mangel),
Anämie, Blutungsneigung, Dysproteinämien mit Ödemneigung (15,49).

4.2.2.2. Lokale Einflüsse

4.2.2.2.1 Präoperative Faktoren

Zeitintervall Unfall - Operation

Davon abhängig konnten keine signifikant unterschiedlichen Infektionsraten festgestellt werden. Eine leichte Häufung bei den sofort Operierten kann Ausdruck der Schwere des Traumas sein (5,51,53).

Präoperative Hospitalisierung

Ein Einfluß auf die Wundinfektionsrate ist in Studien mit großer Fallzahl für ein umfassendes chirurgisches Krankengut nachgewiesen worden. In der eigenen Studie konnte es bei den Osteosynthesen nicht bestätigt werden (10,11,14).

Offene Frakturen

Im eigenen Krankengut erlitten 7% der Patienten offene Frakturen. Das Infektionsrisiko war 49%, zusätzlich war eine Beeinflussung durch den Schweregrad zu beobachten. Angesichts der wahrscheinlichen massiven Kontamination beim Unfall kein überraschendes Ergebnis - aber auch der Satz Allgöwers gilt: "Das Infektionsproblem ist ein Weichteilproblem". Gegenüber der geschlossenen Fraktur mit 10.2% Infektionen ist die Infektionsrate also verfünffacht! Die Osteitisrate der 49 Fälle war 16% (9,35,47).

Geschlossene Frakturen

93% der Osteosynthesen wurden bei geschlossener Fraktur durchgeführt, die Osteitisrate war 3.6% (10.2% Gesamtinfektionsrate).

Schweregrad der offenen Fraktur

Daß hier bei klarer Tendenz die mit dem Schweregrad steigende Infektionsrate nicht mit 95% Sicherheit behauptet werden kann, ist der kleinen Fallzahl (41 Fälle mit gegebener Graduierung) zuzuschreiben.

Die Infektion als Weichteilproblem - auch für die - weitaus häufigere! - geschlossene Fraktur ist eine Einteilung nach Schweregraden zu begrüßen. Oestern und Tscherne (1983/38) schlagen eine Klassifikation vor, bei der Weichteilverletzung und Bruchform die Hauptkriterien sind.

Grad 0	Weichteilverletzung: unbedeutend Bruchform: einfach
Grad I	Weichteilverletzung: oberflächlich oder von innen Bruchform: mittelschwer
Grad II	Weichteilverletzung: tief, kontaminiert Bruchform: mittelschwer bis schwer auch: drohendes Kompartmentsyndrom
Grad III	Weichteilverletzung: ausgedehnt, schwer, Gefäßverletzungen Bruchform: schwer, Knochenzertrümmerungen auch: Kompartmentsyndrom

Transfusion

Transfusionen mußten auffällig häufig bei Patienten gegeben werden, die später eine Infektion entwickelten. Ob eine Korrelation mit den Merkmalen offene Fraktur oder Polytrauma bestand, wurde nicht untersucht.

Pathogenetisch wirksam könnte ein Erythrozyten-, Granulozyten- und Thrombozytenmangel, auch ein Blutdruckabfall sein (15,28,34).

Polytrauma

6.2% der Patienten waren polytraumatisiert, die Wundinfektionsrate war mit 23% etwa verdoppelt. Neben der lokalen Bedeutung der schweren Verletzungen führen diese auch zu einer generalisierten posttraumatischen Immundefizienz (33,48).

Frakturlokalisation

Die nach Lokalisation verschiedenen Infektionsraten können im Abschnitt "Historische Kontrolle" nachgelesen werden. Allgemein bekannt ist die besondere Problematik der Tibiafraktur (47).

4.2.2.2.2 Intraoperative Faktoren

Operationsbeginn

Nächtliches Operieren wird in der Literatur als besonders infektionsgefährdet beschrieben. Ist dieser Faktor aber bedeutsam genug, um auch bei einer Fallzahl unter 1000 nachgewiesen werden zu können? Mit verschiedenen Ansätzen wurde dieser Frage nachgespürt.

- a. Operation am frühen Nachmittag (12.15-16.15) und nachts (24.45-5.45)

Diese Einteilung wurde nach der physiologischen Leistungskurve getroffen; ein kleiner Unterschied war statistisch nicht signifikant ($\alpha < 0.1$).

- b. Operation nachts (0h - 5h)

Diese Operationen waren mit einer deutlich erhöhten Infektionsrate belastet ($\alpha < 0.01$). 8 von 27 operierten Patienten entwickelten eine Wundinfektion (29%).

- c. Operation tagsüber (6h - 14h)

Im normalen Operationsprogramm durchgeführte Operationen hatten eine

deutlich geringere Infektionsrate ($\alpha < 0.01$). 10.3% Wundinfektionen stehen 16.0% außerhalb dieses Zeitraumes gegenüber.

Neben der Leistungsfähigkeit des Operationsteams ist eine Selektion der anstehenden Osteosynthesen zu erwägen. Läßt die Dringlichkeit einer osteosynthetischen Versorgung nicht auch Rückschlüsse auf die Schwere der Fraktur zu? Diese Vermutung konnte durch eine Untersuchung der Operationsdauer im jeweiligen Zeitraum erhärtet werden, allerdings wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ nicht erreicht (2,10,11,46).

Operationsdauer

Wie erwartet fanden sich in der Infektionsgruppe längere Operationszeiten ($\alpha < 0.001$), dabei schien eine Operationsdauer von 2 1/2 Stunden eine wichtige Trennmarke zu sein (2,10,11,19,45,46).

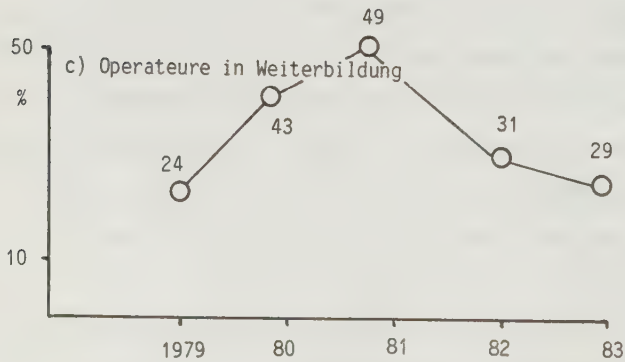
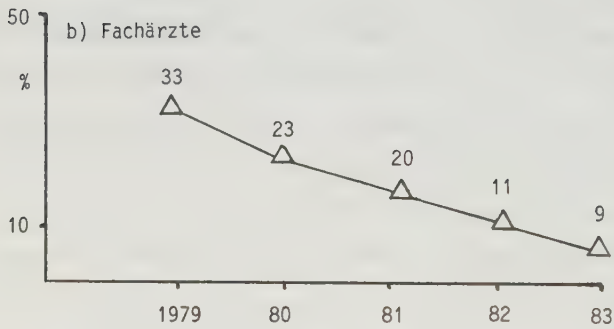
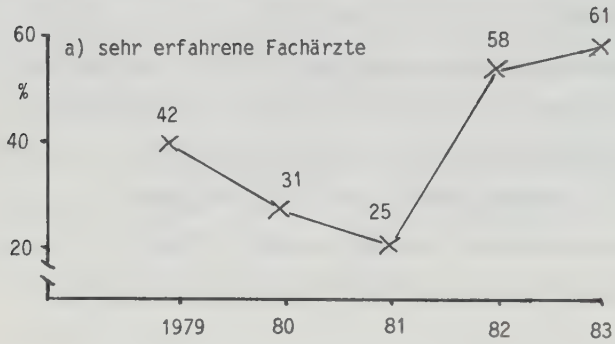
Operateur

Die Klassifikation war: sehr erfahrener Facharzt - Facharzt - Operateur in Weiterbildung.

Erstaunlicherweise fanden sich diese drei Klassen in der Infektionsgruppe im selben Verhältnis wie in der Kontrollgruppe. Naheliegender ist der Gedanke, daß von erfahrenen Operateuren die schwierigeren Eingriffe durchgeführt werden. Nimmt man aber die Operationsdauer als Maß für die Schwierigkeit, bestätigt sich diese Vermutung nicht! Allenfalls fällt auf, daß nächtliche Operationen vermehrt von Operateuren aus der Klasse "Fachärzte" durchgeführt wurden (10 von 29 Operationen zwischen 0h und 5h).

Ein interessantes Bild bietet die Verteilung der Osteosynthesen auf die drei Klassen zwischen 1979 und 1983 (siehe Abbildung 13, Tabellen im Anhang).

Abbildung 13: Klassifikation der Operateure und durchgeführte Eingriffe



So konnte aus den vorliegenden Daten keiner der drei Klassen eine erhöhte Infektionsrate zugewiesen werden. Bei der Studie von Cruse (10,11) war zuerst die Infektionsrate für die einzelnen Abteilungen ausgewiesen worden, ohne daß ein wesentlicher Unterschied zu Tage kam. Sehr wohl bedeutsame Unterschiede ergaben sich, als die Infektionsraten der einzelnen Operateure berechnet wurden. In diesem Sinne könnte das eigene Ergebnis also durchaus mit der Studie von Cruse harmonieren (10,11,47).

Komplikationen intra operationem

Falsches Osteosynthesematerial, abgebrochene Bohrer u.ä. wurden als Komplikationen gewertet - Quelle war der Operationsbericht. Die leichte Häufung dieser Ereignisse in der Infektionsgruppe blieb über dem Signifikanzniveau von $\alpha < 0.05$ (45).

4.2.2.2.3 Postoperative Faktoren

Redon-Drainage

Ein innerhalb 24h gezogener Redon-Drain war seltener bei Wundinfektionen zu finden als ein länger liegender Drain. Der Redon-Drain als Fremdkörper, als eine mögliche Eintrittspforte für Erreger, als Zeichen für einen Blut-/Sekretstau sind Erklärungen. Überraschenderweise war die Häufung in der Infektionsgruppe bei einer Liegezeit über 48h nicht mehr gegeben - ein zufälliges, untypisches Verhalten ist wohl die wahrscheinlichste Erklärung.

Hämatom

Deutlich ($\alpha < 0,01$) häufiger als in der Kontrolle waren postoperative Hämatome unter den Patienten der Infektionsgruppe. Ein postoperatives Hämatom war 16 mal in der Infektionsgruppe zu finden, 3 mal bei den unklaren Fällen, in der Kontrolle kein einziges Mal - angesichts dieser Zahlen ist das Hämatom fast schon diagnostisch für eine Wundinfektion. Der Bluterguß als Kulturmedium, eine vollständig aseptische Operation als Illusion sind die Erklärung dieser Beobachtung (15,23,47,48).

Infektionen an anderer Stelle

Eine postoperativ manifeste Atemwegsinfektion war nicht mit erhöhtem Infektionsrisiko verbunden. Anders eine postoperativ manifeste Harnwegsinfektion oder gar eine Sepsis, die eine mehrfach höhere Wundinfektionsrate bedingten. Es ist denkbar, daß diese Krankheitsbilder zwar postoperativ manifest bzw. diagnostiziert wurden, durchaus aber von präoperativer Genese waren. Somit wären sie als Erregerreservoir schon intra operationem bedeutsam - aber auch eine postoperative hämatogene Keimabsiedlung ist denkbar (Fremdkörper Osteosynthesematerial!). Hier sei die Beobachtung des Verfassers am University Hospital Nottingham angefügt, wo eine bestehende Harnwegsinfektion eine Kontraindikation für die Elektivoperation "Gelenkersatz" war (Sommer 1985), (2,14,19,34).

Hämoglobin, Hämatokrit, Natrium, Kalium, Kalzium, Eiweiß

Störungen der angeführten Laborparameter sind eher Anzeichen einer gestörten Homöostase als eigenständige Einflußgrößen. Bei keinem dieser Parameter war eine statistisch faßbare Häufung in der Infektionsgruppe nachzuweisen (19,37,59).

4.2.2.3. Erregerspektrum

Für 74% der Patienten der Infektionsgruppe war eine bakteriologische Untersuchung dokumentiert (alle Schweregrade). Für das Erregerspektrum wurde der vermutlich primäre Keim berücksichtigt. Bei primären Mischinfektionen galten mehrere Keime als primäre Erreger. Staphylokokkus epidermidis wurde mit Vorbehalten als nicht pathogen eingestuft. Sein Anteil an den primär nachgewiesenen Keimen wäre 12%. Ohne Ergebnis war der erstmalig durchgeführte Abstrich bei 18% der Patienten der Infektionsgruppe.

Mit einem Anteil von 56% war Staphylokokkus aureus der am häufigsten primär nachgewiesene Erreger. Streptokokken und Enterokokken folgten mit 22%, Colibakterien fanden sich bei 6%. Proteus, Pseudomonas und andere seltene Keime traten immerhin bei 16% der Patienten primär auf. F. Daschner (13) gibt für die Erreger der krankenhauserworbenen Sepsis eine sehr ähnliche Reihenfolge an: Staphylokokkus aureus (Staphylokokkus epidermidis), E.Coli, Strepto- und Enterokokken. Ebenfalls nur leicht unterscheiden sich andere Literaturstellen (20,21,36). Allerdings wird in letzter Zeit zunehmend die Bedeutung von Anaerobiern betont (6,25,36).

4.3. Schlußfolgerungen

Für einzelne Merkmale konnte der klare Trend zu vermehrter Infektionsbereitschaft im untersuchten Kollektiv nachgewiesen werden. Diese Einflußgrößen können nach ihrem Signifikanzniveau bei der statistischen Testung gewichtet werden.

Große Bedeutung ($\alpha < 0.01$) kommt danach einem hohen Alkoholkonsum zu, dem offenen Bruch, der Tibiafraktur, der nächtlichen Operation (0h - 5h), einer Operationsdauer über 2 1/2 Stunden, dem postoperativen Hämatom und einer

Harnwegsinfektion oder Sepsis. Beim Vorliegen eines dieser Merkmale ist das Infektionsrisiko zumindest verdoppelt!

Etwas geringeres Gewicht - aber ein Signifikanzniveau von immerhin 0.05 α > 0.01 - haben die Einflußgrößen intraoperative Transfusion, Polytrauma, Abstützplatte, Platte an der Tibia, Fixateur ext., Redon-Liegedauer 24 - 48h. Besonders bei "Transfusion" und "Fixateur externe" muß an die Abhängigkeit von anderen Faktoren gedacht werden!

Konsequenzen aus dieser Gewichtung müssen vom erfahrenen Klinikarzt erwogen werden; er wird auch entscheiden, inwieweit prospektive Studien zur weiteren Validierung der dargelegten Zusammenhänge nötig sind.

5. Zusammenfassung

Eine wesentliche Voraussetzung jeder Infektionsstudie sind klare Definitionen. Im angelsächsischen Sprachraum ist das Vorhandensein von eitriger Sekretion oder Abszeßen das wichtigste Kriterium einer Wundinfektion; diese Auffassung wurde für die vorliegende Arbeit übernommen. Darüberhinaus wurde der Begriff "Wundinfektion" noch in oberflächliche Wundinfektion, tiefe Weichteilinfektion und Infektion mit Knochenbeteiligung unterteilt, was sich speziell für Infektionen nach Osteosynthese bewährt hat. Bei 792 Frakturen an den langen Röhrenknochen der unteren Extremität, die zwischen 1979 und 1983 an der Chirurgischen Klinik Innenstadt der Ludwig-Maximilians-Universität München primär mit einer Osteosynthese versorgt worden waren, traten bei 13.0% Wundinfektionen auf, die Osteitisrate war 4.4%.

Für einen aussagekräftigen Vergleich von Infektionsraten nach Osteosynthese wurden fünf Forderungen aufgestellt:

1. klare, einheitliche Definitionen
2. gesonderte Angabe der Osteitisrate
3. Angabe der Osteitisrate getrennt für offene und geschlossene Frakturen
4. Angabe der Osteitisrate getrennt für verschiedene Frakturlokalisationen
5. Angabe der Osteitisrate getrennt nach der Osteosynthesemethode

Diesen Forderungen wurde in der Studie entsprochen.

Weiterhin wurden von pathogenetischen Gesichtspunkten ausgehend mögliche Einflußgrößen der Wundinfektion untersucht. Immer muß dabei an die Abhängigkeit des Ergebnisses von der Fallzahl gedacht werden (Typ-I-, Typ-II-Fehler).

Ein Alkoholkonsum größer als 2 Liter Bier pro Tag, ein Polytrauma, offene Frakturen (bzw. ein primär eingesetzter Fixateur externe), Tibiafrakturen, Transfusionen intra operationem, eine Operationsdauer über 2 1/2h, ein Operationsbeginn zwischen 0h und 5h, die Verwendung der Platte an der Tibia, die Abstützplatte, eine mehr als 24h liegende Redon-Drainage, ein postoperatives Hämatom, Harnwegsinfektionen und Sepsis - alle diese Merkmale waren mit einer deutlich erhöhten Infektionsrate verbunden ($\alpha < 0.05$). Im Gegensatz dazu hatten Frakturen des oberen Sprunggelenkes oder des Femur, die Endoprothese, der Operationsbeginn zwischen 6h und 14h und ein kürzer als 24h liegender Redon-Drain auffällig niedrige Infektionsraten ($\alpha < 0.05$). Eine Gewichtung der aufgeführten Merkmale erfolgte mit dem Chi-Quadrat-Test (bzw. dem exakten Test nach Fisher für kleine Fallzahlen). Die Untersuchung wurde retrospektiv als Fall-Kontroll-Studie mit zusätzlicher historischer Kontrolle durchgeführt. Nachgewiesene klare Trends könnten Grundlage weiterführender prospektiver Studien sein.

6. Literatur

1. Allgöwer M.
Weichteilprobleme und Infektionsrisiko der Osteosynthese.
Langenbecks Arch. f. Chir. 329, 1127 (1971)
2. Altemeier W. e.a.
Manual on control of infection in surgical patients.
Schattauer (1979)
3. Apley A.G., Solomon L.
Apley's system of orthopaedics and fractures.
Butterworth Scientific London-Boston-Sydney (1982)
4. Botzenhart K., Exner M.
Definition der Krankenhausinfektionen.
In: Hygiene und Infektionen im Krankenhaus (Thofern/Botzenhart).
Gustav Fischer Verlag Stuttgart-New York (1983)
5. Breyer H.G., Rahmzadek R.
Vor- und Nachteile der aufgeschobenen primären Osteosynthese.
Aktuelle Traumatologie Bd. 10, Heft 6 (1980)
6. Buchholz K.
Spätinfektionen nach künstlichem Gelenkersatz mit septischem Verlauf.
Chirurg 50 (1979)
7. Buchholz K., Lodenkämper U., Roig C.
Septische tiefe Infektion nach künstlichem Gelenkersatz.
Münch. Med. Wschr. 125, Nr. 24 (1983)
8. Burri C., Rüter A.
Stellungskorrekturen beim ossären Infekt.
Unfallheilkunde 81 (4) 344-352 (1978)
9. Burri C.
Posttraumatische Osteitis.
Huber Bern, Stuttgart (1979)
10. Cruse P.J.E., Foord R.
A five-year prospective study of 23649 surgical wounds.
Archives of Surgery 107, 206 (1973)
11. Cruse P.J.E.
Infection surveillance: Identifying the problems and the high-risk patient.
Southern Medical Journal 70 Suppl. 1, 4-8 (1977)
12. Daschner F.
Infektionskontrolle in Klinik und Praxis.
Verlag Gerhard Witzstrock Baden-Baden/Köln/New York (1980)

13. Daschner F.
Epidemiologie krankenhauserworbener Sepsis.
Münch. Med. Wschr. 123, Nr. 16 (1981)
14. Davis J.M., Bruce W. e.a.
Delayed Wound Infection.
Arch. Surg. 117, 2 (1982)
15. Eibl M., Passl R.
Immunologische Vorgänge beim posttraumatischen Knocheninfekt.
Hefte Unfallheilkunde 157 (1982)
16. Eitel F., Klapp F., Seiler H.
Fragmentnekrose.
Experimentelle Untersuchungen der corticalen Revascularisierung bei
Platten- und Marknagelosteosynthese.
Hefte Unfallheilkunde 153 (1981)
17. Eitel F., Schweiberer L., Klapp F., Dambe L.T.
Störungen der Mikrozirkulation in Frakturzonen als Basis der
Knocheninfektion.
Hefte Unfallheilkunde 157 (1982)
18. Eitel F.
Methodenwechsel bei gestörter Knochenbruchheilung.
Hefte Unfallheilkunde 158 (1982)
19. Ehrenkranz N.J.
Surgical wound infection occurrence in clean operations, risk
stratification for interhospital comparisons.
Am. J. Med. 70 (4) 909-914 (1981)
20. Foerster G. v., Buchholz H.W., Lodenkämper H., Lodenkämper U.
Behandlung der Osteomyelitis mit Antibiotikazement.
Chirurg 53 (1982)
21. Friedrich B., Ferbert W., Kaufner H.K., Lin D.
Zur Ätiologie der posttraumatischen Osteomyelitis.
Unfallheilkunde 77, 29 (1974)
22. Friedrich B.
Biomechanische Stabilität und posttraumatische Osteitis.
In: "Unfallheilkunde"
Springer Verlag Berlin (1975)
23. Friedrich B.
Postoperative Frühinfektionen bei Tibiafrakturen.
Orthopäde 13, 312-315 (1984)
24. Gotzen L., Tschorne H., Haas N., Ennker J.
Bilanz der konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung - untere
Extremität.
Chirurg 54 (1983)

25. Hall B.B., Fitzgerald R.H., Rosenblatt J.E.
Anaerobic Osteomyelitis.
Journal of Bone & Joint Surgery 65 - A (1983)
26. Hasselgren P.O., Holm J.
Sources and routes in postoperative wound infections.
Acta Chir. Scand. 147 (1981)
27. Hildebrandt G.
Die Bedeutung der periostären und intramedullären Durchblutung für die Entstehung der posttraumatischen Osteomyelitis und für die Wahl des Osteosyntheseverfahrens.
Beitr. Orthop. Traumatol. 26, 4 (April 1979)
28. Hunt T.K.
Surgical wound infection: an overview.
Am. J. Med. 70 (3) 712-718 (1981)
29. Knapp U.
Die infizierte Wunde.
Hefte Unfallheilkunde 138 (1979)
30. Kolb S., Sailer D., Dießinger P. e.a.
Atherogenes Risikoprofil bei extrakoronarer arterieller Verschlusskrankheit.
Kliniker 14 (1985)
31. Kurer E.H.
Allgemeine Gesichtspunkte der Asepsis und Infektionsprophylaxe bei der Erstversorgung offener Verletzungen.
Hefte Unfallheilkunde 138 (1979)
32. Lob G.
Chronische posttraumatische Osteomyelitis.
Hefte zur Unfallheilkunde 145 (1980/81)
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1980)
33. Lob G., Burri C.
Die Plattenosteosynthese am Femurschaft
Hefte Unfallheilkunde 158 (1982)
34. Meakins J.L. e.a.
Predicting surgical infection before the operation.
World J. Surg. 4 (1980)
35. Müller K.H.
Exogene Osteomyelitis von Becken und unteren Gliedmaßen.
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1981)

36. Neu H.C., Percival A.
Antibiotic prophylaxis in surgery.
Current Concepts.
Merck, Sharp & Dohme International. Rahway, New Jersey 07065 (1981)
37. Nobbe F., Ahnefeld F.W., Heinrich H.
Multimorbidität und Operationsrisiko.
Chirurg 55, 65-69 (1984)
38. Oestern H.-J., Tscherne H.
Pathophysiologie und Klassifizierung des Weichteilschadens bei Frakturen.
Orthopäde 12, 1 (1983)
39. Poigenfürst J.
Der klinische Verlauf der post-traumatischen Osteomyelitis.
Hefte Unfallheilkunde 157 (1982)
40. Povacz F.
Infektionsrate nach Osteosynthesen frischer geschlossener und offener
Frakturen in der Unfallabteilung eines Schwerpunktkrankenhauses.
Hefte Unfallheilkunde 157 (1982)
41. Probst J.
Häufigkeit der Osteomyelitis nach Osteosynthesen.
Chirurg 48, 6-11 (1977)
42. Rojczyk M.
Mikrobiologische und chemotherapeutische Aspekte bei offenen Frakturen.
Orthopäde 12 (1983)
43. Sachs
Statistische Anwendungsmethoden.
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1968)
44. Sarmiento A., Latta L.L.
Closed functional treatment of fractures.
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1981)
45. Schmitt W.
"Moderner" Hospitalismus.
In: Schmitt W., Kine S.: Chirurgie der Infektionen
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1981)
46. Schütz N.
Wundheilungsstörung und Osteitis nach Osteosynthesen unter besonderer
Berücksichtigung von Risikofaktoren.
Unfallheilkunde 86, 236-240 (1983)
47. Schwartz N.
Die Wundinfektion in der Unfallchirurgie.
Unfallheilkunde 84, 246 (1981)

48. Schweiberer L.
Verhütung und Behandlung von Infektionen nach Osteosynthesen.
Chirurg 48, 1-5 (1977)
49. Schweiberer L.
Chirurgische und plastisch-chirurgische Aspekte bei Infektionen und infizierten Defekten der Körperoberfläche, der Extremitäten und der Analregion.
W. Zuckschwerdt Verlag München-Bern-Wien
50. Schreinlechner P.
Infektionshäufigkeit nach Plattenosteosynthesen offener Unterschenkelfrakturen.
Hefte zur Unfallheilkunde 157 (1982)
51. Strell R.
Stabilisierung des Knochenbruches beim Weichteilschaden: aufgeschobene Stabilisierung und Indikation der konservativen Therapie.
Langenbecks Arch. Chir. 339 (1975)
52. Szyszkowitz R. e.a.
Gefahren der Plattenosteosynthese und Möglichkeiten des Fixateur externe in der Frakturversorgung.
Hefte zur Unfallheilkunde 153 (1981)
53. Tscherne H.
Prinzipien der Primärversorgung von Frakturen mit Weichteilschaden.
Orthopäde 12 (1983)
54. Wenzel R., Osterman C. e.a.
Hospital-acquired infections. I. surveillance in a university hospital.
The American Journal of Epidemiology 103, 251-260 (1976)
55. Wenzel R., Osterman C. e.a.
Development of a statewide program for Surveillance and Reporting of hospital-acquired infections.
The Journal of Infectious Diseases 140, 741-745 (1979)
56. Willenegger H.
Therapie der traumatischen Osteomyelitis.
Langenbecks Arch. Chir. 334 (1973)
57. Zimmermann H.-F.
Operationstaktik in der Unfallchirurgie im höheren Lebensalter.
Standardverfahren und Alternativen.
Chirurg 55, 87-94 (1984)

1.

I n f e k t i o n e n nach Jahrgängen

Tabelle 1

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld

79/I	14
79/G	64
79/K	14
79/U	5
79/	97
80/I	18
80/G	88
80/K	18
80/U	5
80/	129
81/I	21
81/G	75
81/K	22
81/U	10
81/	128
82/I	16
82/G	172
82/K	15
82/U	12
82/	215
83/I	29
83/G	160
83/K	29
83/U	4
83/	222

I = Infektionen

G = Kontrolle 1 (vollständiger Erhebungsbogen)

K = Kontrolle 2 (verkürzter Erhebungsbogen)

U = unklare Fälle

Zeitpunkt der Materialentfernung

Tabelle 2

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C58

	1	2	3	4	5	N	U	von
I	4	7	7	3	1	75	1	98
G	28	82	38	14	7	390	1	560
K	4	13	10	1	1	69	0	98
U	1	3	0	0	0	32	0	36
von	37	105	55	18	9	566	2	

< 6 7-12 13-18 19-24 >24 (Monate)

	1	2	3	4	5	N	U	N
I	4.1 %	7.1 %	7.1 %	3.1 %	1.0 %	76.5 %	1.0 %	98
G	5.0 %	14.6 %	6.8 %	2.5 %	1.2 %	69.6 %	0.2 %	560
K	4.1 %	13.3 %	10.2 %	1.0 %	1.0 %	70.4 %	0.0 %	98
U	2.8 %	8.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	88.9 %	0.0 %	36
N	37	105	55	18	9	566	2	

Anzahl der Reoperationen

Tabelle 3

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C61

	0	1	2	3	U	von
I	33	29	19	17	0	98
G	537	20	2	0	1	560
K	93	5	0	0	0	98
U	33	3	0	0	0	36
von	696	57	21	17	1	
	keine Reop.	1	2-3	>3		
	0	1	2	3	U	N
I	33.7 %	29.6 %	19.4 %	17.3 %	0.0 %	98
G	95.9 %	3.6 %	0.4 %	0.0 %	0.2 %	560
K	94.9 %	5.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	98
U	91.7 %	8.3 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	36
N	696	57	21	17	1	

Zeitpunkt der Reoperation

Tabelle 4

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C62

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	U	von
I	27	18	6	8	3	2	1	1	0	0	0	1	1	1	0	98
G	537	5	3	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	1	560
K	93	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	98
U	33	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	36
von	697	24	9	8	4	3	4	1	1	3	0	1	1	1	1	
	$\frac{1}{2} < \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$															
	$\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$															
	$\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$															
	$> 12\frac{1}{2}$ (Monate)															
-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	U	N
I	34.7 %	27.6 %	18.4 %	6.1 %	8.2 %	3.1 %	2.0 %	1.0 %	1.0 %	0.0 %	0.0 %	1.0 %	1.0 %	1.0 %	0.0 %	98
G	95.9 %	1.4 %	0.9 %	0.5 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	0.5 %	0.0 %	0.0 %	0.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.2 %	560
K	94.9 %	3.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.0 %	0.0 %	0.0 %	1.0 %	1.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	98
U	91.7 %	2.8 %	2.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	2.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	36
von	697	24	9	8	4	3	4	1	1	3	0	1	1	1	1	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C4

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0	5	5	6	7	7	12	9	10
G	5	33	33	29	45	49	52	29	28
K	3	3	12	6	10	5	9	4	9
U	0	0	1	3	2	2	8	7	1
von	8	41	51	44	64	63	81	49	48
	12-17	18-22	23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-52	53-57

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0.0 %	5.1 %	5.1 %	6.1 %	7.1 %	7.1 %	12.2 %	9.2 %	10.2
C	0.9 %	5.9 %	5.9 %	5.2 %	8.0 %	8.8 %	9.3 %	5.2 %	5.0
K	3.1 %	3.1 %	12.2 %	6.1 %	10.2 %	5.1 %	9.2 %	4.1 %	9.2
U	0.0 %	0.0 %	2.8 %	8.3 %	5.6 %	5.6 %	22.2 %	19.4 %	2.8
N	8	41	51	44	64	63	81	49	48

Lebensalter

$\alpha > 0.1$
Tabelle 5

11	12	13	14	15	16	17	18	19	von
4	9	7	6	5	4	2	0	0	98
29	33	38	52	36	33	18	12	3	560
7	4	5	3	9	4	3	1	1	98
2	2	3	1	3	0	1	0	0	36
42	48	53	62	53	41	24	13	4	
58-62	63-67	68-72	73-77	78-82	83-87	88-92	93-97	>97	(Jahre)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	N
4.1 %	9.2 %	7.1 %	6.1 %	5.1 %	4.1 %	2.0 %	0.0 %	0.0 %	98
5.2 %	5.9 %	6.8 %	9.3 %	6.4 %	5.9 %	3.2 %	2.1 %	0.5 %	560
7.1 %	4.1 %	5.1 %	3.1 %	9.2 %	4.1 %	3.1 %	1.0 %	1.0 %	98
5.6 %	5.6 %	8.3 %	2.8 %	8.3 %	0.0 %	2.8 %	0.0 %	0.0 %	36
42	48	53	62	53	41	24	13	4	

Intervall Unfall - Operation

$\alpha > 0.1$

Tabelle 6

Zeilen: Feld IDENT						
Spalten: Feld C9						
	0	1	2	3	U	von
I	40	8	23	24	1	98
G	187	94	149	123	3	560
K	41	12	28	17	0	98
U	16	3	4	13	0	36
von	284	117	204	177	4	
	< 8 ^h	8-24 ^h	2-5d	> 5d		

	0	1	2	3	U	N
I	40.8 %	8.2 %	23.5 %	24.5 %	1.0 %	98
G	33.4 %	16.8 %	26.6 %	22.0 %	0.5 %	560
K	41.8 %	12.2 %	28.6 %	17.3 %	0.0 %	98
U	44.4 %	8.3 %	11.1 %	36.1 %	0.0 %	36
N	284	117	204	177	4	

Praep. Hospitalisierung

$\lambda > 0.1$

Tabelle 7

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C8

	0	1	2	U	von
I	42	25	30	1	98
G	195	193	170	2	560
K	42	33	23	0	98
U	17	6	13	0	36
von	296	257	236	3	
	$< 8^h$	1-3d	$> 3d$		
	0	1	2	U	N
I	42.9 %	25.5 %	30.6 %	1.0 %	98
G	34.8 %	34.5 %	30.4 %	0.4 %	560
K	42.9 %	33.7 %	23.5 %	0.0 %	98
U	47.2 %	16.7 %	36.1 %	0.0 %	36
N	296	257	236	3	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C26

	J	N	U	von
I	23	75	0	98
G	21	535	4	560
K	5	93	0	98
U	0	36	0	36
von	49	739	4	

	Ja	Nein		
	J	N	U	N
I	23.5 %	76.5 %	0.0 %	98
G	3.8 %	95.5 %	0.7 %	560
K	5.1 %	94.9 %	0.0 %	98
U	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	49	739	4	

$\alpha < 0.01$

Offene Fraktur

Tabelle 8

$0.1 > \alpha > 0.05$

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC26

	0	1	2	3	J	U	von
	75	3	9	10	1	0	98
	535	6	6	4	5	4	560
	93	2	0	1	2	0	98
	36	0	0	0	0	0	36
von	739	11	15	15	8	4	

I⁰ II⁰ III⁰

	0	1	2	3	J	U	N
	76.5 %	3.1 %	9.2 %	10.2 %	1.0 %	0.0 %	98
	95.5 %	1.1 %	1.1 %	0.7 %	0.9 %	0.7 %	560
	94.9 %	2.0 %	0.0 %	1.0 %	2.0 %	0.0 %	98
	100.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	36
	739	11	15	15	8	4	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C30

	J	N	U	von
I	26	72	0	98
G	204	354	2	560
K	41	57	0	98
U	8	28	0	36
von	279	511	2	

	Ja	Nein		
	J	N	U	N
I	26.5 %	73.5 %	0.0 %	98
G	36.4 %	63.2 %	0.4 %	560
K	41.8 %	58.2 %	0.0 %	98
U	22.2 %	77.8 %	0.0 %	36
	279	511	2	

$\alpha < 0.05$

Oberes Sprunggelenk

Tabelle 9

$0.1 > \alpha > 0.05$

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC30

	0	1	2	3	J	U	von
	72	8	16	2	0	0	98
	354	101	85	17	1	2	560
	57	19	18	4	0	0	98
	28	1	7	0	0	0	36
	511	129	126	23	1	2	
Nein	medial	bi-	tri-	?			
	lateral	mall.	mall.				
	0	1	2	3	J	U	N
	73.5 %	8.2 %	16.3 %	2.0 %	0.0 %	0.0 %	98
	63.2 %	18.0 %	15.2 %	3.0 %	0.2 %	0.4 %	560
	58.2 %	19.4 %	18.4 %	4.1 %	0.0 %	0.0 %	98
	77.8 %	2.8 %	19.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	36
	511	129	126	23	1	2	

Operationsdauer

$\alpha < 0.001$

Tabelle 10

Zeilen: Feld IDENT

Spalten: Feld C6

	0	1	2	3	4	5	U	von
I	0	19	40	24	8	5	2	98
G	3	198	251	69	13	14	12	560
K	0	46	38	9	3	1	1	98
U	1	5	18	9	2	1	0	36
von	4	268	347	111	26	21	15	
$ \begin{array}{ccccccc} < \frac{1}{2} & & 1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2} & & 3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2} & & & \\ & \frac{1}{2} - 1\frac{1}{2} & & 2\frac{1}{2} - 3\frac{1}{2} & & & > 4\frac{1}{2} & (h) \end{array} $								
	0	1	2	3	4	5	U	N
I	0.0 %	19.4 %	40.8 %	24.5 %	8.2 %	5.1 %	2.0 %	98
G	0.5 %	35.4 %	44.8 %	12.3 %	2.3 %	2.5 %	2.1 %	560
K	0.0 %	46.9 %	38.8 %	9.2 %	3.1 %	1.0 %	1.0 %	98
U	2.8 %	13.9 %	50.0 %	25.0 %	5.6 %	2.8 %	0.0 %	36
N	4	268	347	111	26	21	15	

Operationsbeginn und Operationsdauer

$0.1 > \alpha > 0.05$

Tabelle 11

		Zeilen: Feld CC5						
		Spalten: Feld C6						
		0	1	2	3	4	5	von
1	0 - 5 ^h	0	5	14	7	1	2	29
2	5 - 24 ^h	4	263	333	104	25	19	748
von		4	268	347	111	26	21	
		$< \frac{1}{2}$		$1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$		$3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$		
		$\frac{1}{2} - 1\frac{1}{2}$		$2\frac{1}{2} - 3\frac{1}{2}$		$> 4\frac{1}{2}$		
		0	1	2	3	4	5	N
1		0.0 %	17.2 %	48.3 %	24.1 %	3.4 %	6.9 %	29
2		0.5 %	35.2 %	44.5 %	13.9 %	3.3 %	2.5 %	748
N		4	268	347	111	26	21	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C5

	1	2	U	von
I	32	64	2	98
G	161	387	12	560
K	32	65	1	98
U	9	27	0	36
von	234	543	15	

12¹⁵-16¹⁵ sonstige
bzw. Zeit
21⁴⁵-5⁴⁵

	1	2	U	N
I	32.7 %	65.3 %	2.0 %	98
G	28.8 %	69.1 %	2.1 %	560
K	32.7 %	66.3 %	1.0 %	98
U	25.0 %	75.0 %	0.0 %	36
N	234	543	15	

Operationsbeginn $\alpha > 0.1$
 $\alpha < 0.01$

Tabelle 12

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC5

	1	2	U	von
I	8	88	2	98
G	18	530	12	560
K	1	96	1	98
U	2	34	0	36
von	29	748	15	

0-5^h sonstige
Zeit

	1	2	U	N
I	8.2 %	89.8 %	2.0 %	98
G	3.2 %	94.6 %	2.1 %	560
K	1.0 %	98.0 %	1.0 %	98
U	5.6 %	94.4 %	0.0 %	36
N	29	748	15	

Operationsbeginn (6 - 14^h)

$\alpha < 0.01$ (einseitig)

Tabelle 13

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CCC5

	1	2	U	von
I	51	45	2	98
G	360	188	12	560
K	65	32	1	98
U	20	16	0	36
von	496	281	15	

6-14^h

14-6^h

	1	2	U	N
I	52.0 %	45.9 %	2.0 %	98
G	64.3 %	33.6 %	2.1 %	560
K	66.3 %	32.7 %	1.0 %	98
U	55.6 %	44.4 %	0.0 %	36
N	496	281	15	

Infektion und Operateur

$\alpha > 0.05$

Tabelle 14

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld OPERA25

	1	2	3	U	von
/I/	48	14	34	2	98
/K/	30	28	38	2	98
/G/	219	64	154	123	560
/U/	12	11	13	0	36
von	309	117	239	127	

sehr
erfahren Facharzt in
weiterbildung

	1	2	3	U	N
/I/	49.0 %	14.3 %	34.7 %	2.0 %	98
/K/	30.6 %	28.6 %	38.8 %	2.0 %	98
/G/	39.1 %	11.4 %	27.5 %	22.0 %	560
/U/	33.3 %	30.6 %	36.1 %	0.0 %	36
N	309	117	239	127	

Operationsbeginn und Operateur

$\alpha < 0.05$

Tabelle 15

Zeilen: Feld CC5

Spalten: Feld C25

	1	2	3	U	von	
1	0-5 ^h	9	10	7	3	29
2	5-24 ^h	293	105	231	119	748
U		7	2	1	5	15
von	309	117	239	127		

	sehr erfahren	Facharzt	in Weiterbildung		
	1	2	3	U	N
1	31.0 %	34.5 %	24.1 %	10.3 %	29
2	39.2 %	14.0 %	30.9 %	15.9 %	748
U	46.7 %	13.3 %	6.7 %	33.3 %	15
N	309	117	239	127	

Operateur nach Jahrgängen

$\alpha > 0.1$

Tabelle 16

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld OPERA25

	1	2	3	U	von
79/I	6	4	4	0	14
80/I	3	5	10	0	18
81/I	10	3	8	0	21
82/I	8	1	7	0	16
83/I	21	1	5	2	29
von	309	117	239	127	792

sehr
erfahren Facharzt in
Weiterbildung

	1	2	3	U	N
79/I	42.9 %	28.6 %	28.6 %	0.0 %	14
80/I	16.7 %	27.8 %	55.6 %	0.0 %	18
81/I	47.6 %	14.3 %	38.1 %	0.0 %	21
82/I	50.0 %	6.2 %	43.8 %	0.0 %	16
83/I	72.4 %	3.4 %	17.2 %	6.9 %	29
N	309	117	239	127	

Operateur nach Jahrgängen (Fortsetzung)

$\alpha > 0.1$

Tabelle 17

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld OPERA25

	1	2	3	U	von
79/K	5	8	1	0	14
80/K	3	4	10	1	18
81/K	2	5	14	1	22
82/K	7	3	5	0	15
83/K	13	8	8	0	29
von	309	117	239	127	

	sehr erfahren	Facharzt	in Weiterbildung		
	1	2	3	U	N
79/K	35.7 %	57.1 %	7.1 %	0.0 %	14
80/K	16.7 %	22.2 %	55.6 %	5.6 %	18
81/K	9.1 %	22.7 %	63.6 %	4.5 %	22
82/K	46.7 %	20.0 %	33.3 %	0.0 %	15
83/K	44.8 %	27.6 %	27.6 %	0.0 %	29
N	309	117	239	127	

Operateur nach Jahrgängen (Fortsetzung)

$\lambda > 0.1$

Tabelle 18

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld OPERA25

	1	2	3	4	U	von
79/G	26	19	18	0	1	64
80/G	34	18	34	0	2	88
81/G	19	12	37	0	7	75
82/G	39	6	14	0	113	172
83/G	100	9	51	0	0	160
von	309	117	239	0	127	

sehr
erfahren Facharzt in
Weiterbildung

	1	2	3	4	U	N
79/G	40.6 %	29.7 %	28.1 %	0.0 %	1.6 %	64
80/G	38.6 %	20.5 %	38.6 %	0.0 %	2.3 %	88
81/G	25.3 %	16.0 %	49.3 %	0.0 %	9.3 %	75
82/G	22.7 %	3.5 %	8.1 %	0.0 %	65.7 %	172
83/G	62.5 %	5.6 %	31.9 %	0.0 %	0.0 %	160
N	309	117	239	0	127	

1982 waren die Operateure nur für die Infektionsgruppe und eine gleich große Kontrollgruppe festgehalten worden. Der prozentuale Anteil in durchgeführten Operationen ist deshalb immer noch aussagekräftig.

Operateure nach Jahrgängen (Fortsetzung)

$\alpha > 0.1$

Tabelle 19

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld OPERA25

	1	2	3	U	von
79/U	4	1	0	0	5
80/U	0	3	2	0	5
81/U	1	5	4	0	10
82/U	5	1	6	0	12
83/U	2	1	1	0	4
von	309	117	239	127	

sehr
erfahren Facharzt in
Weiterbildung

	1	2	3	U	N
79/U	80.0 %	20.0 %	0.0 %	0.0 %	5
80/U	0.0 %	60.0 %	40.0 %	0.0 %	5
81/U	10.0 %	50.0 %	40.0 %	0.0 %	10
82/U	41.7 %	8.3 %	50.0 %	0.0 %	12
83/U	50.0 %	25.0 %	25.0 %	0.0 %	4
N	309	117	239	127	

Operationsdauer und Operateur

$\alpha > 0.1$

Tabelle 21

Zeilen: Feld C6
Spalten: Feld C25

	1	2	3	U	von	
0	0	3	0	1	4	} Operations- Dauer
1	105	30	83	50	268	
2	133	54	108	52	347	
3	39	20	39	13	111	
4	11	5	5	5	26	
5	14	3	3	1	21	
U	7	2	1	5	15	
von	309	117	239	127		

	sehr erfahren	Facharzt	in Weiterbildung		
	1	2	3	U	N
0	0.0 %	75.0 %	0.0 %	25.0 %	4
1	39.2 %	11.2 %	31.0 %	18.7 %	268
2	38.3 %	15.6 %	31.1 %	15.0 %	347
3	35.1 %	18.0 %	35.1 %	11.7 %	111
4	42.3 %	19.2 %	19.2 %	19.2 %	26
5	66.7 %	14.3 %	14.3 %	4.8 %	21
U	46.7 %	13.3 %	6.7 %	33.3 %	15
N	309	117	239	127	

Nagel : Platte am Unterschenkel (Tibia)

$\alpha < 0.05$ (einseitig)

Tabelle 22

Zeilen-Bedingungen

Z1: MARKN.OR. VERRN

Z2: NEUTP.OR. KOMPP.OR. PL. ohne Zugschraube

Spalten-Bedingungen

S1: OBINF

S2: TIINF

S3: KNINF

S4: "I"

S5: "K"

S6: "G"

S7: "U"

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	von
Z1	2	2	1	5	2	36	3	46
Z2	8	4	5	17	11	28	5	61
von	12	15	15	42	27	106	11	

	OBINF	TIINF	KNINF	"I"	"K"	"G"	"U"	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	N
Z1	4.3 %	4.3 %	2.2 %	10.9 %	4.3 %	76.3 %	6.5 %	46
Z2	13.1 %	6.6 %	8.2 %	27.9 %	18.0 %	45.9 %	8.2 %	61
N	12	15	15	42	27	106	11	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C99

	J	N	U	von
I	19	79	0	98
G	0	0	560	560
K	3	95	0	98
U	6	30	0	36
von	28	204	560	

Ja Nein

	J	N	U	N
I	19.4 %	80.6 %	0.0 %	98
G	0.0 %	0.0 %	100.0 %	560
K	3.1 %	96.9 %	0.0 %	98
U	16.7 %	83.3 %	0.0 %	36
N	28	204	560	

Negativer Abstrich

Tabelle 23

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC99

	1	2	3	N	U	von
I	13	3	3	79	0	98
K	0	0	3	95	0	98
U	0	0	6	30	0	36
von	13	3	12	204	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	13.3 %	3.1 %	3.1 %	80.6 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	3.1 %	96.9 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	16.7 %	83.3 %	0.0 %	36
N	13	3	12	204	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C105

	J	N	U	von
I	11	87	0	98
K	0	98	0	98
U	3	33	0	36
von	14	218	560	

Ja Nein

	J	N	U	N
I	11.2 %	88.8 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	8.3 %	91.7 %	0.0 %	36
N	14	218	560	

Streptokokkus epidermidis

Tabelle 24

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC105

	1	2	3	N	U	von
I	9	2	0	87	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	0	1	2	33	0	36
von	9	3	2	218	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	9.2 %	2.0 %	0.0 %	88.8 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	2.8 %	5.6 %	91.7 %	0.0 %	36
N	9	3	2	218	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C100

	J	N	U	von
I	41	57	0	98
K	0	98	0	98
U	4	32	0	36
von	45	187	560	

	Ja	Nein		
	J	N	U	N
I	41.8 %	58.2 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	11.1 %	88.9 %	0.0 %	36
N	45	187	560	

Staphylokokkus aureus

Tabelle 25

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC100

	1	2	3	N	U	von
I	36	4	1	57	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	1	0	3	32	0	36
von	37	4	4	187	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	36.7 %	4.1 %	1.0 %	58.2 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	2.8 %	0.0 %	8.3 %	88.9 %	0.0 %	36
N	37	4	4	187	560	

Zeilen: Feld IDENT

Spalten: Feld C104

	J	N	U	von
I	18	80	0	98
K	0	98	0	98
U	0	36	0	36
von	18	214	560	

Ja Nein

	J	N	U	N
I	18.4 %	81.6 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	18	214	560	

Streptokokken

Tabelle 26

Zeilen: Feld IDENT

Spalten: Feld CC104

	1	2	3	N	U	von
I	14	4	0	80	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	0	0	0	36	0	36
von	14	4	0	214	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	14.3 %	4.1 %	0.0 %	81.6 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	14	4	0	214	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C103

	J	N	U	von
I	6	92	0	98
K	0	98	0	98
U	0	36	0	36
von	6	226	560	

Ja Nein

	J	N	U	N
I	6.1 %	93.9 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	6	226	560	

Coli - Bakterien

Tabelle 27

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC103

	1	2	3	N	U	von
I	4	2	0	92	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	0	0	0	36	0	36
von	4	2	0	226	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	4.1 %	2.0 %	0.0 %	93.9 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	4	2	0	226	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C102

	J	N	U	von
I	2	96	0	98
K	0	98	0	98
U	1	35	0	36
von	3	229	560	
	Ja	Nein		

	J	N	U	N
I	2.0 %	98.0 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	2.8 %	97.2 %	0.0 %	36
N	3	229	560	

Proteus

Tabelle 28

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC102

	1	2	3	N	U	von
I	1	1	0	96	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	0	0	1	35	0	36
von	1	1	1	229	560	
	primär	sekundär	?			

	1	2	3	N	U	N
I	1.0 %	1.0 %	0.0 %	98.0 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	2.8 %	97.2 %	0.0 %	36
N	1	1	1	229	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C101

	J	N	U	von
I	7	91	0	98
K	0	98	0	98
U	0	36	0	36
von	7	225	560	

Ja Nein

	J	N	U	N
I	7.1 %	92.9 %	0.0 %	98
K	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	7	225	560	

Pseudomonas

Tabelle 29

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC101

	1	2	3	N	U	von
I	1	6	0	91	0	98
K	0	0	0	98	0	98
U	0	0	0	36	0	36
von	1	6	0	225	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	1.0 %	6.1 %	0.0 %	92.9 %	0.0 %	98
K	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	36
N	1	6	0	225	560	

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld C106

	J	N	U	von
I	19	79	0	98
K	2	96	0	98
U	1	35	0	36
von	22	210	560	

	Ja	Nein		
	J	N	U	N
I	19.4 %	80.6 %	0.0 %	98
K	2.0 %	98.0 %	0.0 %	98
U	2.8 %	97.2 %	0.0 %	36
N	22	210	560	

Andere Erreger

Tabelle 30

Zeilen: Feld IDENT
Spalten: Feld CC106

	1	2	3	N	U	von
I	8	10	1	79	0	98
K	0	1	1	96	0	98
U	0	0	1	35	0	36
von	8	11	3	210	560	

primär sekundär ?

	1	2	3	N	U	N
I	8.2 %	10.2 %	1.0 %	80.6 %	0.0 %	98
K	0.0 %	1.0 %	1.0 %	98.0 %	0.0 %	98
U	0.0 %	0.0 %	2.8 %	97.2 %	0.0 %	36
N	8	11	3	210	560	

8. Lebenslauf

Am 14.02.1959 wurde ich als Sohn des Vermessungsingenieurs Alfred Wildner und seiner Ehefrau Vera, geb. Lobach, in Wolfratshausen/Oberbayern geboren. Dort besuchte ich auch die Volksschule von 1965 - 1969.

Nach der 4. Klasse wechselte ich auf das neusprachlich-humanistische Gymnasium im benachbarten Icking, an dem ich 1978 das Abitur ablegte. Nach sieben Monaten Wehrdienst wurde ich zum Medizinstudium (Humanmedizin) entlassen, das ich im Sommersemester 1979 an der Ludwig-Maximilians-Universität München begann und im November 1985 abschloß.

Während des Studiums erhielt ich ein Stipendium nach dem Bayerischen Begabtenförderungsgesetz.

Von Januar bis August 1986 leistete ich meinen Restgrundwehrdienst als Stabsarzt.

9. Danksagung

Viel unauffälliges, leicht zu übersehendes Mühen wirkte wesentlich mit an der Gestaltung der vorliegenden Arbeit - allen Beteiligten möchte ich aufrichtig danken.

An erster Stelle bedanke ich mich bei meinem Betreuer und Doktorvater, Herrn P.D. Dr. med. F. Eitel. Er half mir sehr, die mir fehlende ärztliche Erfahrung auszugleichen, gleichzeitig waren unsere Gespräche Unterricht in wissenschaftlicher Methodik.

Besonderer Dank gilt auch Herrn Dipl. phys. H. Hotzel, der mir mit viel persönlichem Einsatz und viel Geduld bei der computerunterstützten Datenverarbeitung beistand.

Herzlichen Dank auch dem Archivar der Klinik, Herrn Dr. Wallrapp, seinen Mitarbeiterinnen, in deren Obhut ich viel Zeit verbrachte und allen, die mich freundschaftlich unterstützten.

Soweit der Dank, der dieser Welt gehört.

